

A.M. CUPRIN



HƯỜNG THỨC BẢN ĐỒ HỌC



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

A. M. CUPRIN

THƯỜNG THỨC BẢN ĐỒ HỌC

Người dịch : ĐÀM XUÂN TẢO

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI - 2001

Dịch từ nguyên bản tiếng Nga

“Топография для всех”

A. M. Куприн. Москва 1980

LỜI TÁC GIẢ

Con người đang sống trên Trái Đất. Hẳn là từ lâu con người đã rất chú ý đến việc nghiên cứu Trái Đất, khai thác lòng đất, mặt đất và vùng nước. Vì vậy mà nhiều thế kỷ nay đã xuất hiện các ngành khoa học về Trái Đất như: trắc địa học, địa hình học, bản đồ học v.v... Các khoa học này có liên hệ rất mật thiết với nhau và mỗi khoa học đều có vị trí rất quan trọng. Địa hình học chính là một khoa học như vậy. Nó nghiên cứu bề mặt Trái Đất về mặt hình học cùng các phương pháp biểu thị nó.

Nhiệm vụ quan trọng nhất của địa hình học là thành lập bản đồ địa hình. Thiếu bản đồ không thể tiến hành được bất kỳ một công việc nào đó liên quan đến việc nghiên cứu lãnh thổ. Không gì có thể thay thế được bản đồ, thậm chí là những lời thuyết minh súc tích về đất nước, những bức tranh mô tả hoặc phim ảnh. Bản đồ là một trong những thành tựu khoa học và văn học quan trọng bậc nhất của loài người. Thiếu bản đồ không thể xây dựng được thành phố, đường xá, kênh mương, đê đập, các hệ thống tiêu nước, không thể quy hoạch được sự phát triển kinh tế của đất nước. Thiếu bản đồ, các nhà bác học, phi công, thủy thủ, người chỉ huy, nhà nghiên cứu, người du lịch, cũng như học sinh đều phải bó tay.

Song ít người hiểu được cái giá phải trả cho việc thành lập bản đồ. Muốn có được tờ bản đồ, người ta phải đầu tư vào đó biết bao công sức của nhiều người thuộc nhiều ngành hoạt động khác nhau. Người phi công tiến hành bay chụp ảnh, nhà thiên văn và nhà trắc địa xây dựng bộ khung của bản đồ dưới dạng các điểm khống chế tam giác, nhà hàng trắc và nhà địa hình điều vẽ các ảnh máy bay (ảnh chụp từ máy bay), thể hiện bằng kí hiệu các địa vật và vẽ địa hình, nhà bản đồ biên tập nội dung bản đồ, nhân viên hoạ đồ hoàn thành bản gốc thanh vẽ và cuối cùng các nhân viên ấn loát nhân lên thành nhiều bản.

Như vậy, có nghĩa là phải qua một quá trình lâu dài mới có được tấm bản đồ địa hình.

Cuốn sách này không mô tả chi tiết tất cả các công việc vẽ chụp ảnh từ máy bay, vẽ quá trình điều vẽ trắc địa địa hình và quá trình lập bản đồ. Vì như vậy phải viết một cuốn sách giáo khoa rất dày, thậm chí phải viết nhiều cuốn. Nhiệm vụ đặt ra đối với cuốn sách này hạn chế hơn, tức là giới thiệu với bạn đọc những vấn đề thú vị nhất về địa hình học, trắc địa học, bản đồ học và khơi dậy sự hào hứng làm việc với bản đồ.

Mặc dù là một cuốn sách phổ cập, bạn đọc vẫn có thể làm quen với những phương pháp đo đạc cơ bản trên thực địa, thành lập và sử dụng bản đồ địa hình. Yêu cầu cơ bản mà tác giả cuốn sách luôn luôn kiên trì là làm sao cho cuốn sách giản dị, có nội dung hấp dẫn, các vấn đề đáng lưu ý nhất đều có luận chứng vững vàng.

Cuốn sách cũng có nhiều bài tập hấp dẫn. Mỗi bài tập đều có kèm theo lời giải. Song các bạn cũng không nên sa ngay vào phần lời giải. Các bạn hãy suy nghĩ, có thể các bạn sẽ tự mình đi đến những giải đáp đúng đắn. Điều đó đương nhiên thích thú và có ích hơn là xem lời giải có sẵn. Đối với những bạn đọc quan tâm đến mặt thực hành, cuốn sách còn mô tả các máy móc và dụng cụ đo vẽ đơn giản nhất. Những máy móc và dụng cụ này các bạn có thể dễ dàng và nhanh chóng tự tạo ra và sử dụng trong công tác thực tiễn.

TỪ ĐO ĐẠC ĐẾN BÌNH ĐỒ VÀ BẢN ĐỒ

" Địa lí học là sự thể hiện tuyến tính toàn bộ Trái Đất ngày nay được biết đến với tất cả những gì liên quan đến nó nói chung"

PTÔLÊMÊ

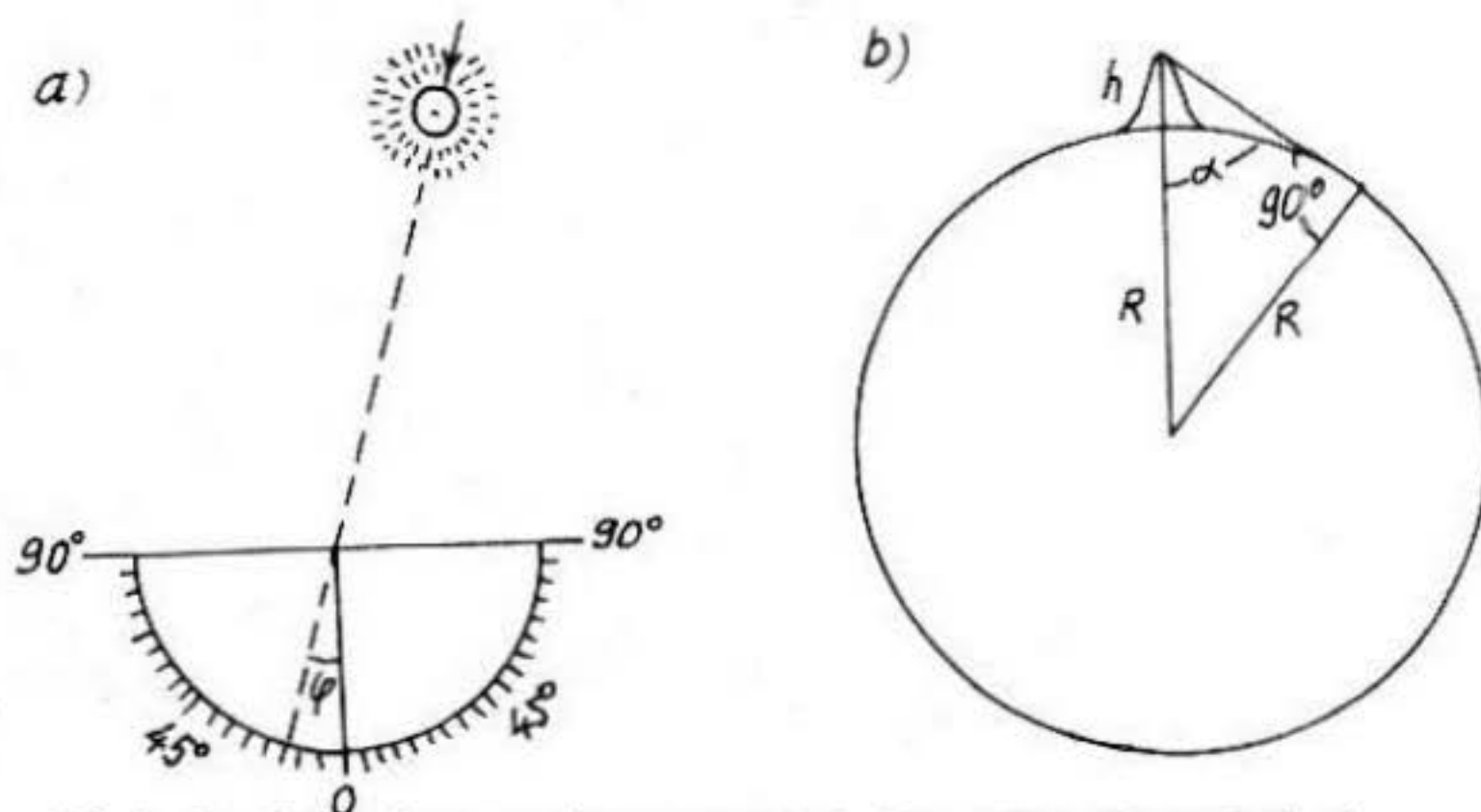
• CON NGƯỜI XÁC ĐỊNH HÌNH DẠNG VÀ KÍCH THƯỚC CỦA TRÁI ĐẤT NHƯ THẾ NÀO?

Nhà bác học vĩ đại cổ Hy Lạp Pitago lần đầu tiên đã nêu ra giả thuyết về tính chất hình cầu của Trái Đất. Ông nói: " Mọi vật trong thiên nhiên đều phải hài hoà và hoàn thiện. Trái Đất cũng phải hoàn thiện. Mà vật thể hình học hoàn thiện nhất chỉ có thể là hình cầu. Vậy Trái Đất phải là một quả cầu ."

Pitago đã nói đúng. Trái Đất trên thực tế có dạng hình cầu. Nhưng để chứng minh Trái Đất là hình cầu và sau đó xác định được bán kính của địa cầu phải mất nhiều thời gian. Nhà toán học kiêm nhà địa lý nổi tiếng người Ai

Cập Eratôxten sống vào thế kỷ III trước Công nguyên đã làm việc đó. Trong khi đi du lịch, ông có nhận xét rằng, mùa hè tại thành phố Atxuan Mặt Trời vào giữa trưa ở trên đỉnh đầu, ông liền nhớ lại rằng ở thành phố Alecxandri, nơi ông sống, Mặt Trời vào ngày này thấp đi nhiều, thậm chí vào giữa trưa mọi vật nhô cao đều đổ bóng.

Eratôxten làm một cái cốc hình bán nguyệt. Tại đáy cốc ở chính giữa có gắn một cái que thẳng đứng, cách đều với các mép. Tại giữa cốc, ông vạch một đường và chia đường đó ra làm 180 phần độ (h.1a).



Hình 1: Các phương pháp xác định bán kính Trái Đất theo độ cao Mặt Trời (a) và theo góc đo được từ đỉnh núi đến đường chân trời (b)

Ngày 22 tháng 6, Eratôxten đặt dụng cụ và bắt đầu quan sát bóng của cái que. Bóng que dần dần ngắn lại tùy theo vị trí dần dần cao lên của Mặt Trời. Vào giữa trưa, bóng đã phủ 7,2 độ chia, sau đó lại tăng lên. Kết quả thu được

là thành phố Atxoan cách với thành phố Alecxandri 7,2 độ chia. Thời gian đó giữa hai thành phố chung một con đường lạc đà qua lại và Eratôxen đã tính được khoảng cách L đó. Sử dụng các số liệu thu được, Eratôxen đã tính được độ dài của vòng tròn C theo công thức.

$$C = \frac{L}{7,2} \cdot 360$$
 sau đó đem chia kết quả thu được cho 2π thì ông tìm ra bán kính Trái Đất.

Độ dài của con đường thời gian ấy được đo bằng dặm. Không biết được chính xác kích thước của dặm, nhưng đại khái một dặm chừng 200m, và bán kính Trái Đất quy ra hệ mét của chúng ta hiện nay theo một nguồn bằng 6310km, còn theo nguồn khác thì bằng 6844km. Bất luận như thế nào đó cũng là độ chính xác đo đạc khá cao vào thời bấy giờ.

Chúng ta còn biết một phương pháp xác định bán kính của Trái Đất xuất hiện từ thời xa xưa.

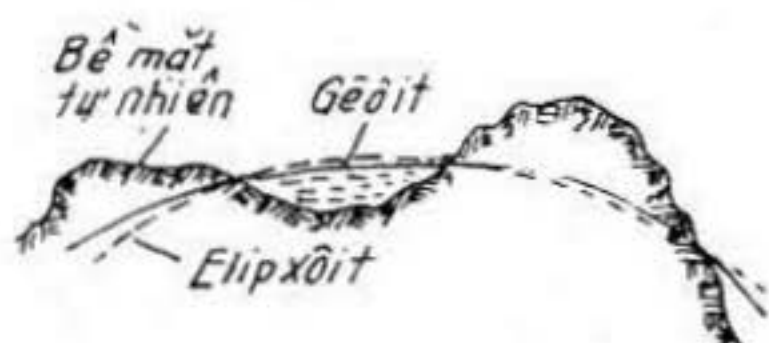
Từ một ngọn núi cao so với vùng đồng bằng, người ta đo góc thẳng đứng với đường nằm ngang (h.1b). Căn cứ vào góc đo được và độ cao đã biết của ngọn núi, người ta tính ra ngay bán kính của Trái Đất R , chiều cao của ngọn núi h và góc đo được α (xem h.1b) có thể viết ra:

$$R = (R + h) \sin \alpha; \text{ từ đó } R = h \frac{\sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Nhiều thế kỷ về sau các nhà bác học đều muốn xác định bán kính Trái Đất một cách chính xác hơn Erastôfen đã làm, nhưng không có được các phương pháp hoàn thiện

và đặc biệt là không có được các dụng cụ đo nên đã không đạt tới kết quả mong muốn. Mãi đến năm 1669 viện sĩ của Viện hàn lâm khoa học Pari Giăng Pica bằng những máy móc chính xác đã đo được vòng cung kinh tuyến từ Pari lên phía bắc và đồng thời quan niệm Trái Đất đúng là hình cầu, ông đã tính được bán kính của nó bằng 6372km. Sau đó, việc đo độ được các nhà bác học khác tiến hành và chủ yếu ở các vĩ độ khác nhau. Kết quả đo nhiều lần rất lạ: bán kính Trái Đất ở các địa phương khác nhau đo được lại khác nhau. Cuối cùng các nhà bác học đi đến kết luận rằng, Trái Đất có độ dẹt và bán kính cực của nó nhỏ hơn bán kính xích đạo trên hai mươi kilômét.

Hình dạng Trái Đất như vậy tương ứng với hình thể của một hình elip quay xung quanh trục ngắn của nó. Trong hình học, nó có tên là hình elip tròn xoay (elipxôit).



Hình 2. Bề mặt Trái Đất
bố dọc

Khi người ta nói về hình dạng của Trái Đất thì có ý nói không phải các bề mặt tự nhiên với tất cả sự gồ ghề của nó, mà là nói về một bề mặt đã được hình dung như thế nào đó mà các đại dương và biển nối tiếp với các đại lục (h.2). Đương nhiên Trái Đất về mặt hình dạng không phải

là một khối elipxôit chính xác, mà là một vật thể phức tạp hơn không giống với một hình thể có tính chất toán học

và gọi nó bằng một tên riêng là gêôit, cũng có nghĩa chỉ Trái Đất. Phải chăng là kì quặc nếu người ta nói: "Trái Đất có hình dạng Trái Đất". Một hình dạng như vậy không có tác dụng đối với các nhà trắc địa về tính toán học trên bề mặt Trái Đất và do đó trong các mục đích thực tiễn, người ta vẫn phải dùng thể elipxôit. Nhiều nhà bác học của các nước khác nhau đã tính toán kích thước của thể elipxôit Trái Đất. Nhưng ưu việt hơn cả là hình dạng Trái Đất với thể elipxôit Kraxôpxki. F.N.Kraxôpxki là một nhà trắc địa nổi tiếng. Năm 1940 ông cùng với giáo sư A.A.Izôtôp trên cơ sở của nhiều tài liệu đo đạc Liên Xô và ở nước ngoài đã thu thập được những số liệu mới chính xác nhất để biểu thị hình dạng và kích thước của Trái Đất, do vậy mà năm 1952 hai người đã được giải thưởng quốc gia.

Hiện nay, để xác định kích thước của Trái Đất, người ta sử dụng rộng rãi các vệ tinh nhân tạo của Trái Đất. Vệ tinh nhân tạo giúp chúng ta xây dựng lại một cách chính xác bức tranh bản đồ về bề mặt của Trái Đất. Song để giải quyết một số bài toán còn cần phải biết cả hình dạng thực của Trái Đất với các "độ lồi" và "độ lõm" của nó, và bài toán này cũng đang được giải một cách thành công nhờ sự giúp đỡ của vệ tinh nhân tạo của Trái Đất.

BÀI TOÁN : "Trên một cánh đồng mênh mông từ máy bay trực thăng ở độ cao 1300m người ta đo các góc thẳng đứng đến một số điểm của đường chân trời. Ở đó người ta quan sát từ đỉnh núi, còn trong trường hợp của chúng ta thì từ máy bay trực thăng.

Công thức là như sau:

$$R = h \frac{\sin \alpha}{1 - \sin \alpha}$$

Ta tra bảng hàm số lượng giác $\sin 89^\circ$ được là 0,998, thay vào công thức ta được:

$$R = 1,3 \frac{0,9998}{1 - 0,9998} = 1,3.4999 = 6499 \text{ km}$$

Độ chính xác tính bán kính phụ thuộc trước hết vào độ chính xác đo góc α . Trường hợp của chúng ta độ lệch của tia ngắm với mặt thủy chuẩn bằng 1° (90-89).

Với góc này độ dài bán kính thu được bằng 6499km có nghĩa là góc biến thiên 1° cùng với bán kính biến thiên 108km (6499:60). Còn nếu sai số bằng 2° , thì độ chính xác tính bán kính bằng 216km.

BÀI TOÁN : Ai và khi nào ở gần tâm Trái Đất nhất? Nếu bạn đi tìm một câu trả lời đúng rằng phải ở đáy đại dương hoặc vào sâu trong hầm mỏ thì bạn đã lầm. Con người dù có đứng ở đáy sâu nhất của đại dương là máng vực Marian (11034m) cũng không gần tâm trái đất bằng người mà bài toán ngụ ý. Còn về hầm mỏ thì độ sâu nhất của mỏ lại còn nhỏ thua rất nhiều so với đáy đại dương. Vậy thì bài toán định nói đến điểm nào đây?

Gần tâm Trái Đất hơn cả là những người sống ở Bắc Cực. Chính vì địa cầu là một thể elipxôit mà bán kính cực thì nhỏ thua bán kính xích đạo chừng 21,5km nên sẽ nhỏ thua bất kỳ bán kính nào nối từ tâm Trái Đất đến một điểm bất kỳ trên mặt đất. Có thể là bạn đọc sẽ hỏi: Tại sao trong trường hợp như vậy người ta lại chỉ nói về Bắc Cực?

Nam Cực xa tâm Trái Đất (địa tâm) hơn chừng 3km so với Bắc Cực, bởi vì nó nằm trên một núi băng có độ cao trung bình 3000m. So sánh những số liệu đã dẫn, bạn sẽ tin những điểm chúng tôi vừa trình bày.

• CHO MỌI THỜI GIAN VÀ MỌI DÂN TỘC

Khó mà nói được khoa học cổ nhất về đo đạc trên mặt đất xuất hiện đầu tiên vào lúc nào. Có nhiều truyền thuyết còn lại đến ngày nay về các đơn vị đo khoảng cách. Ví như, ở Cổ Ai Cập, đơn vị đầu tiên để đo khoảng cách là bước chân của người lớn. Đơn vị này gọi là fut có 12 đuim, 3 fut bằng một yat (yard). Vua Etga nước Anh đầu tiên đã ban hành luật về sử dụng yat. Một yat là khoảng cách từ đỉnh mũi của nhà vua đến đầu ngón tay giữa của cánh tay giang ra. Vua Etga ngự trị được 1/4 thế kỷ thì nước Anh bị vua Đan Mạch Kennet đại đế xâm chiếm. Kennet đại đế là một người đàn ông cao lớn, do đó yat cũng dài thêm. Về sau, ngai vàng lại bị một ông vua khác có tầm vóc không lớn lắm chiếm đoạt, nên yat lại bị thu ngắn lại, và chỉ từ năm 1101 vua Henric I mới quy định chính xác độ dài của yat và ra lệnh chế thước mẫu. Yat theo quy định của Henric I là một đơn vị đo độ dài được sử dụng ở nhiều nước trước đây.

Tất nhiên, hệ thống đo độ dài này không phải là hệ thống duy nhất. Ở mỗi nước, mỗi dân tộc đều có đơn vị đo độ dài riêng của mình. Xagien của nước Nga chẳng hạn đã xuất hiện từ thời tối cổ. Năm 1972 khi khai quật ở thành phố Taman, người ta đã tìm thấy một viên đá hình

vuông, trên đó có khắc dòng chữ: "Vào mùa hè năm 6576, công tước Glep đã đi qua biển băng từ Tomutorocan đến Kortrep dài 14 nghìn xagien". Để tính đổi sang cách tính thời gian hiện nay, cần nhớ rằng năm 5508 là mốc từ lúc có sự "sáng tạo thế giới". Có nghĩa là vào năm 1068, nhân dân Nga đã có đơn vị đo độ dài của mình là xagien. Một xagien có 3 acsin, 1 acsin có 16 vextơ, còn 500 xagien bằng 1 vextơ. Hệ thống độ dài của Nga cũng như của các nước khác rất cổ và không thuận tiện. Ví dụ, ta thử tính xem một vextơ có bao nhiêu vextơ. Hẳn là muốn tính, ta phải có một cây bút chì trong tay.

Cuối thế kỷ XVII ở Pháp đã xuất hiện hệ thống đo độ dài bằng mét có tính chất quốc tế. Việc xây dựng hệ thống này được giao cho một uỷ ban chuyên môn gồm các nhà khoa học và thiên văn học cỡ lớn. Trong thời gian 6 năm, các nhà khoa học đã đo kinh tuyến Pari giữa Doongkec và Mônggiu (gần Baxêlona) và sau đó đã tính độ dài đơn vị đo mới lấy bằng một phần bốn mươi triệu kinh tuyến đi qua Pari. Đơn vị đo mới này được lấy làm đơn vị cơ bản của hệ thống met và được gọi tên là met. Nếu đơn vị độ dài nhỏ hơn met, thì dùng các từ latinh để gọi như dexi (mười), centi (trăm) hoặc mili (nghìn), chỉ tương ứng các số đo nhỏ hơn met. Một nghìn met bằng một kilomet.

Như các bạn thấy, chúng ta đã có hệ thống đo độ dài cân đối và tiện lợi. Để ghi nhận ý nghĩa to lớn của nó đối với loài người, chính phủ Pháp đã quyết định tạo ra huy chương "nhằm truyền đạt cho các thế hệ tương lai nhớ lại thời kỳ hệ thống đo độ dài còn chưa hoàn thiện". Dòng

chữ trên huy chương phải ghi "cho mọi thời gian - cho mọi dân tộc" (xem hình 3). Song đồ án huy chương là như vậy nhưng không được thực hiện.



Hình 3: Mẫu huy chương kỷ niệm việc áp dụng hệ thống đo lường bằng mét.

Khoảng cách trên thực địa có thể đo và tính theo bất kỳ đơn vị đo nào. Có rất nhiều phương pháp đo khoảng cách tồn tại. Chẳng hạn, đơn giản nhất trong số đó là đo bằng bước chân.

Thường thì độ dài của bước chân người bằng một nửa độ dài khoảng cách từ bàn chân đến tròng mắt. Ở người lớn tức bằng 0,7-0,8m.

Muốn có độ chính xác lớn, cần kiểm tra, hoặc như các nhà trắc địa thường nói, cần đo mẫu độ dài của bước chân khi đi qua khoảng cách đã biết nào đó. Các bước chân thường được đếm kép theo chân phải hoặc chân trái. Cứ sau một trăm bước kép thì bắt đầu tính, còn số hàng trăm thì ghi vào giấy hoặc bấm đốt ngón tay.

Khoảng cách lớn nhiều chục km thì có thể đo theo thời gian đi bộ hoặc đi xe có tính đến tốc độ chuyển động, giống như Eratôxten đã làm ở thời cổ khi xác định bán kính địa cầu.

Phương pháp đo một cách thú vị các khoảng cách được một bác sĩ ở Pari là Giăng Fecnen áp dụng vào năm 1528.

Ông đã sử dụng vào mục đích này một chiếc xe kéo thường ngày. Sau khi đo cẩn thận vòng bánh xe, Feenen đã mắc vào đó một chiếc chuông nhỏ kêu được sau mỗi vòng quay. Đó cũng là dạng sơ khai của đồng hồ đo khoảng cách mà ngày nay đang được sử dụng rộng rãi trên ô tô.

Các kết quả chính xác hơn của việc đo khoảng cách trên thực địa có được nhờ máy móc và dụng cụ đo. Dụng cụ đo cổ nhất là một sợi dây thừng có nhiều nút. Người ta còn lưu trữ được một "quy phạm" độc đáo về đo đạc đất đai thời vua Alecxây Mikhailôvit, trong đó yêu cầu "giữ gìn cẩn thận loại dây đo như vậy vì nó sẽ bị kéo căng và đứt".

Hiện nay, dụng cụ đo phổ biến là thước dây, còn để đo khoảng cách lớn người ta thường dùng thước cuộn thép hoặc thước inva.

• ĐO ĐẠC KHOẢNG CÁCH

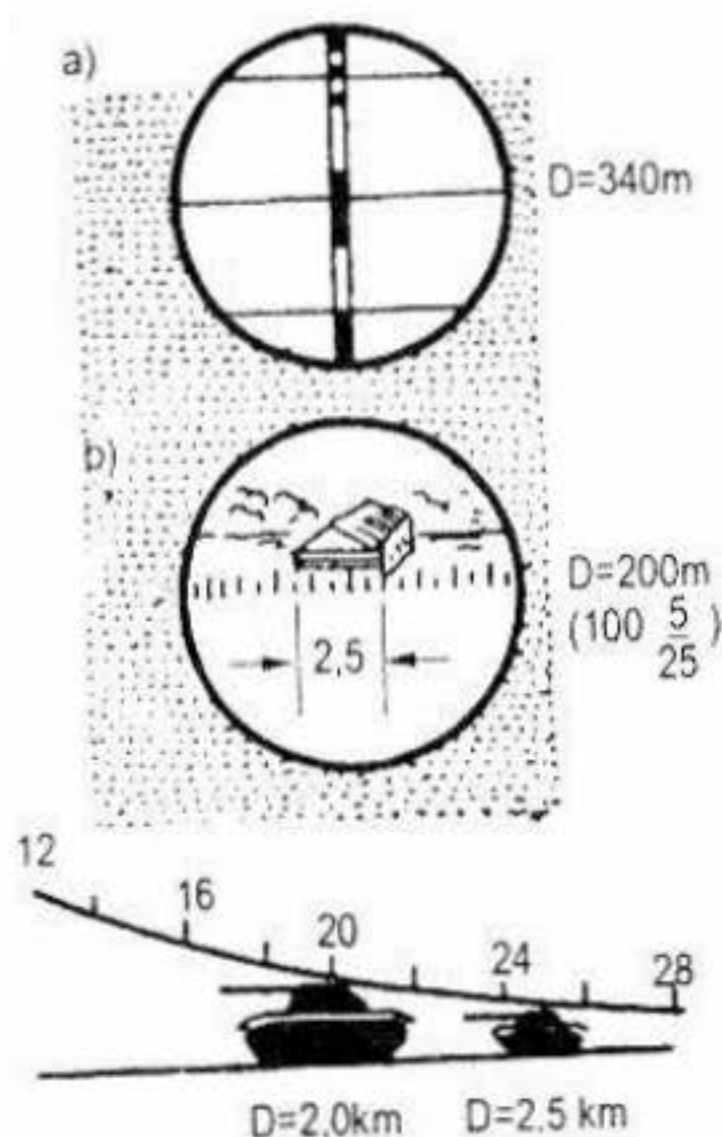
Đo trực tiếp khoảng cách là một quá trình khá mất công, mất sức. Điều này người ta đã xác nhận từ lâu và trong nhiều thế kỷ người ta đã kiến nghị nhiều phương pháp đo khoảng cách khác nhau có dùng những dụng cụ chuyên môn gọi là *máy đo khoảng cách*. Các nhà địa hình và trắc địa thường dùng rộng rãi máy đo khoảng cách quang học. Cấu tạo của chúng rất đơn giản, tất cả chỉ có hai sợi chỉ mảnh song song với nhau trong thị trường (trường nhìn) của ống kính quang học. Tại một điểm thực địa mà cần đo khoảng cách tới đó, người ta đặt một mia đo có vạch chia. Số đọc theo mia giữa các sợi chỉ cho ta biết khoảng các tính bằng mét (h.4a).

Có thể tính được khoảng cách đến một vật nào đó cả khi không có mìn đo nhưng muốn như vậy thì phải biết các kích thước của nó. Máy đo khoảng cách đơn giản nhất thuộc loại này là một ống nhôm có thang chia độ ở kính mắt. Người ta hướng ống nhôm vào vật và đọc số vạch khác n, trong giới hạn của các vạch khác là chiều dài và chiều rộng của vật l. Khoảng cách D được tính theo công thức

$$D = 100 \frac{l}{n}$$

Thí dụ: Một căn nhà rộng 5m che lấp tại lưới chỉ của ống nhôm 2,5 vạch khác (h.4,b). Khoảng cách đến căn nhà đó sẽ bằng 200 m (100.2,5).

Máy đo khoảng cách được sử dụng rộng rãi trong quân đội. Lính mìn, lính tăng, pháo binh, chiến sĩ trinh sát... tất cả đều cần biết khoảng cách chính xác đến mục tiêu. Chẳng hạn, nhằm mục tiêu đó lính xe tăng sử dụng cột chia của máy đo xa được gắn vào kính ngắm của xe tăng (h.4,c). Sử dụng cột chia như vậy có thể nhanh chóng tính

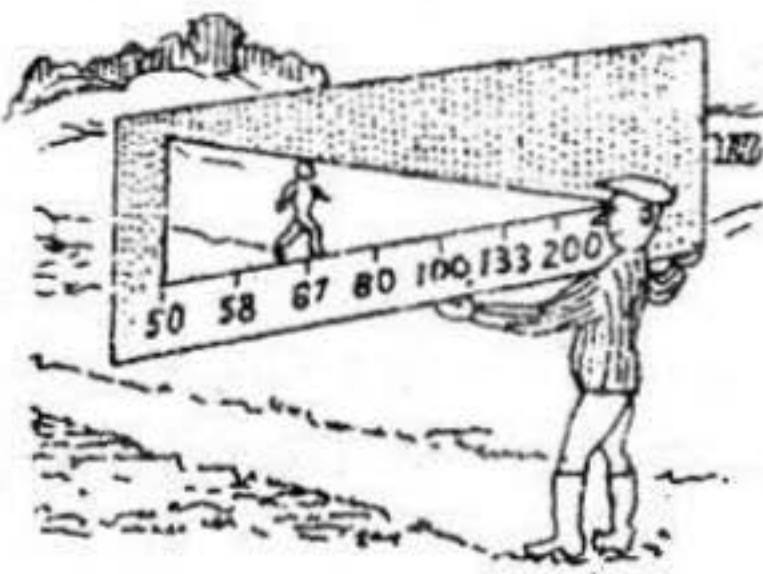


Hình 4: Thước đo xa trong ống kính quang học (a), trong ống nhôm (b) và trong ống ngắm xe tăng (c)

được khoảng cách đến xe tăng địch. Kính ngắm chỉnh làm sao để cho xe tăng nằm bên trong cột chia vạch khác, đồng thời hai đường của cột chia chạm vào hai rìa của xe tăng. Số đọc tại điểm tiếp xúc giữa mục tiêu và đường trên cho ta biết khoảng cách đến đó.

Những năm gần đây, trong thực tiễn trắc địa người ta áp dụng rộng rãi các dụng cụ đo xa hoàn thiện hơn, đó là những máy đo xa quang học và máy đo xa vô tuyến, cho phép tính được khoảng cách lớn với độ chính xác cao. Nguyên lý hoạt động của chúng dựa trên cơ sở đo khoảng thời gian trong đó các sóng ánh sáng hoặc các sóng vô tuyến đi qua với tốc độ đã biết để đến được điểm cần xác định khoảng cách.

Dụng cụ đo xa đơn giản nhất có thể dễ dàng và nhanh



Hình 5: Thước đo xa cắt vát hình tam giác.

chóng tự tạo được bằng phương tiện thủ công. Bạn hãy lấy một mảnh bìa (cactông) và cắt thành một hình tam giác vuông có đáy 80mm và chiều cao 17mm. Trên đường dây cứ mỗi centimet lại chia một vạch khác và ghi số ô dưới như đã chỉ ở hình 5.

Như vậy bạn đã có một dụng cụ đo xa. Nhờ dụng cụ đơn giản như vậy, bạn có thể xác định được khoảng cách đến người đang đi hoặc người đang đứng. Giữ thước

đo xa cách mắt năm mươi centimet, đồng thời di động nó về bên phải hoặc bên trái sao cho hình dáng thấy được của người nằm đứng giữa đáy và cạnh huyền của tam giác. Số dọc theo thang chia khắc đối với hình người sẽ chỉ khoảng cách tính bằng mét. Ở thí dụ của ta là 67m.

BÀI TOÁN : Bạn hãy thử chứng minh rằng, khoảng cách ghi dưới thước đo xa của chúng ta là chính xác. Kể từ số đầu tiên: 50. Số này có được từ tỷ lệ thức giữa các cạnh của các hình tam giác đồng dạng, mà đỉnh chung của chúng là mắt người⁽¹⁾.

$$\frac{\text{Khoảng cách từ mắt đến người}}{\text{Khoảng cách từ mắt đến thước đo}} = \frac{\text{Chiều cao của người}}{\text{Chiều cao vạch cắt của hình tam giác trong thước đo}}$$

Thay các số liệu ta sẽ được số ghi trong thước đo:

$$\frac{D}{0,5m} = \frac{170cm}{1,7cm} ; \quad D = \frac{0,5 \cdot 170}{1,7} = 50m$$

Tương tự, có thể tính được các trị số khác ghi trên thước đo, chỉ có điều là cần tính sơ bộ (khái lược) độ cao trong mặt cắt của tam giác trong thước đo ở từng vạch chia centimet.

BÀI TOÁN : Có thể đo được khoảng cách theo phương pháp thước đo xa mà không áp dụng bất kỳ máy móc và dụng cụ gì không?

(1) Ở đây tác giả lấy theo tầm vóc người châu Âu (ND).

Để giải bài toán này có rất nhiều phương pháp khác nhau. Chúng tôi chỉ dẫn ra một số giải pháp thú vị nhất và ít người biết.



Hình 6: Xác định khoảng cách đến người đang đi.

Chẳng hạn, bạn muốn tìm khoảng cách tới người đang đi thẳng đến đường ngắm (h.6). Bạn hãy làm như sau. Nhắm mắt trái lại, giơ tay về phía trước và gập ngón cái lại chờ lúc ngón tay bập vào hình của người đang đi ở phía xa, ngay lập tức nhắm mắt phải lại, và mắt trái mở ra. Đếm xem bao nhiêu bước người đó bước đến khi ngón tay của bạn lại bập vào hình người, nhân số thu được gấp mười lần, bạn sẽ có khoảng cách đến người đó tính bằng bước.

Giải thích phương pháp này như thế nào? Vấn đề là ở chỗ, ở mỗi người khoảng cách giữa hai mắt trung bình là 6 cm, còn từ mắt đến ngón cái của cánh tay giơ ra là 60 cm, tức gấp 10 lần.

Có nghĩa là khoảng cách đến người đang đi sẽ lớn hơn 10 lần so với khoảng cách người đó đã đi qua. Lại thêm một phương pháp đo xa độc đáo có liên quan tới việc tăng lên gấp 10 lần.

Ta vạch lên trên tường hai vạch thẳng đứng. Lùi lại cách bức tường một khoảng sao cho độ xa tương ứng L bằng một phần mười khoảng cách D giữa chúng ta và bức tường. Nếu bầy giờ giờ tay phải ra và xòe ba ngón tay (ngón trỏ, ngón giữa và ngón út), thì chúng sẽ bập đúng khoảng cách giữa hai nét vạch trên bức tường. Như vậy, bề rộng của ba ngón tay l bằng một phần mười khoảng cách d giữa mắt và các ngón của tay giờ ra. Từ sự đồng dạng của các hình tam giác ta có thể lập tỷ lệ thức dưới đây:

$$\frac{L}{D} = \frac{l}{d} = \frac{1}{10} \quad ; \quad D = 10L.$$

Có nghĩa là, nếu một vật có kích thước đã biết bị lấp đúng bởi ba ngón tay, thì khoảng cách đến nó sẽ lớn hơn kích thước 10 lần. Khi cách vật tương đối xa thì cần lượng bằng mắt con số chỉ ra xem có bao nhiêu vật lọt vào ba ngón tay và nhân số này với kết quả thu được.

• GÓC NỬA GÓC GIÓ

Nhà hàng hải nổi tiếng Crixtop Côlông suốt chuyến đi đã ghi nhật ký rất cẩn thận. Chủ nhật ngày 9 tháng 9 năm 1492 ông đã ghi chép như sau: "Đêm đã đi được 120 dặm hoặc 30 hải lý, mỗi giờ đi 10 dặm. Thủy thủ cảm lái tối và lệch về phía đông bắc và đến một nửa góc gió".

Như vậy có nghĩa là như thế nào? Tuyến đi của con tàu bị lệch một góc nào đó là do sự khinh suất của thủy thủ?

Thời Côlông, tuyến đi được tính toán theo một hệ mà cơ sở của hệ đó là bông hồng gió với các hướng sau đây:

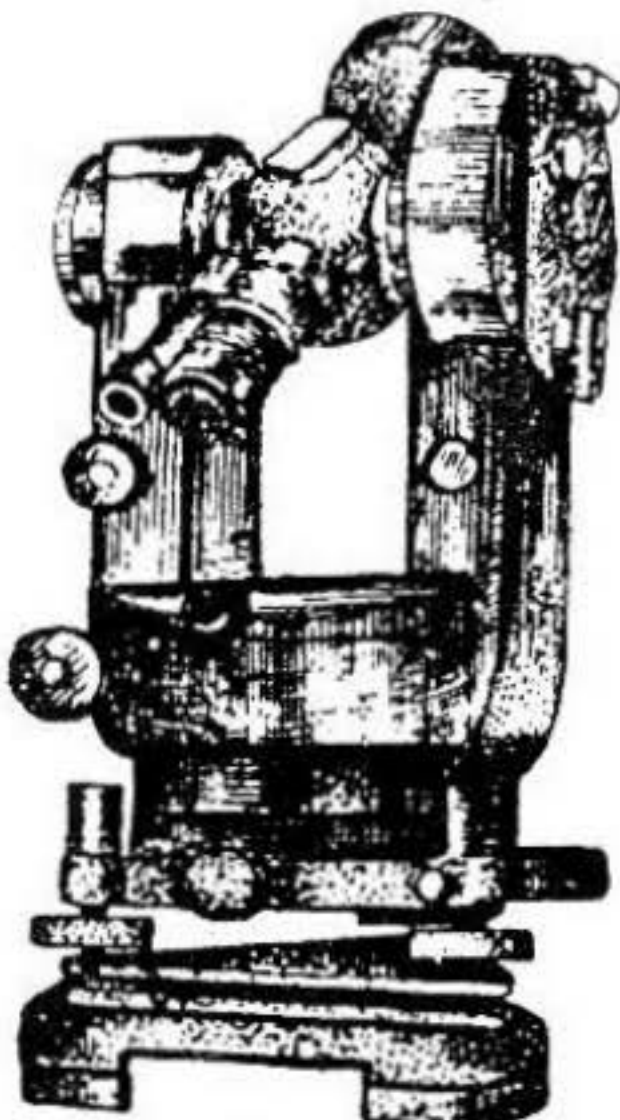
bắc, đông bắc, đông, đông nam, nam, tây nam, tây và tây bắc. Góc nằm giữa hai hướng giáp nhau ứng với $1/8$ vòng tròn (45°), được gọi là góc gió. Một phần hai và một phần tư của góc như vậy được gọi tương ứng là " nửa góc gió" và "phần tư góc gió" hoặc đơn giản là " góc phần tư". Như vậy, trên mặt địa bàn mà Côlông sử dụng, mỗi góc gió tương ứng với 45° , " nửa góc gió" bằng $22,5^\circ$ và góc có phần tư bằng $11,25^\circ$. Có nghĩa là con tàu lệch với tuyến đi dự kiến chừng $22,5^\circ$. Trong trắc địa và địa hình học, người ta chấp nhận *hệ đo góc bằng độ*. Độ, đó là một góc ở tâm một cung bằng $1/360$ độ dài vòng tròn. Một độ có 60 phút, một phút có 60 giây.

Ngoài hệ đo góc bằng độ còn có hệ grat (một vòng tròn có 400 grat), hệ radian (một vòng tròn có 2π radian) và một số hệ khác. Hệ đo góc của pháo binh cũng đáng lưu ý. Vòng tròn trong pháo binh được chia làm 6000 phần tử và mỗi phần tử được gọi là độ chia nhỏ của dụng cụ đo góc. Một vạch chia dụng cụ đo góc bằng $1/6000$ vòng tròn, bằng chừng $1/1000$ bán kính. Trên thực tế:

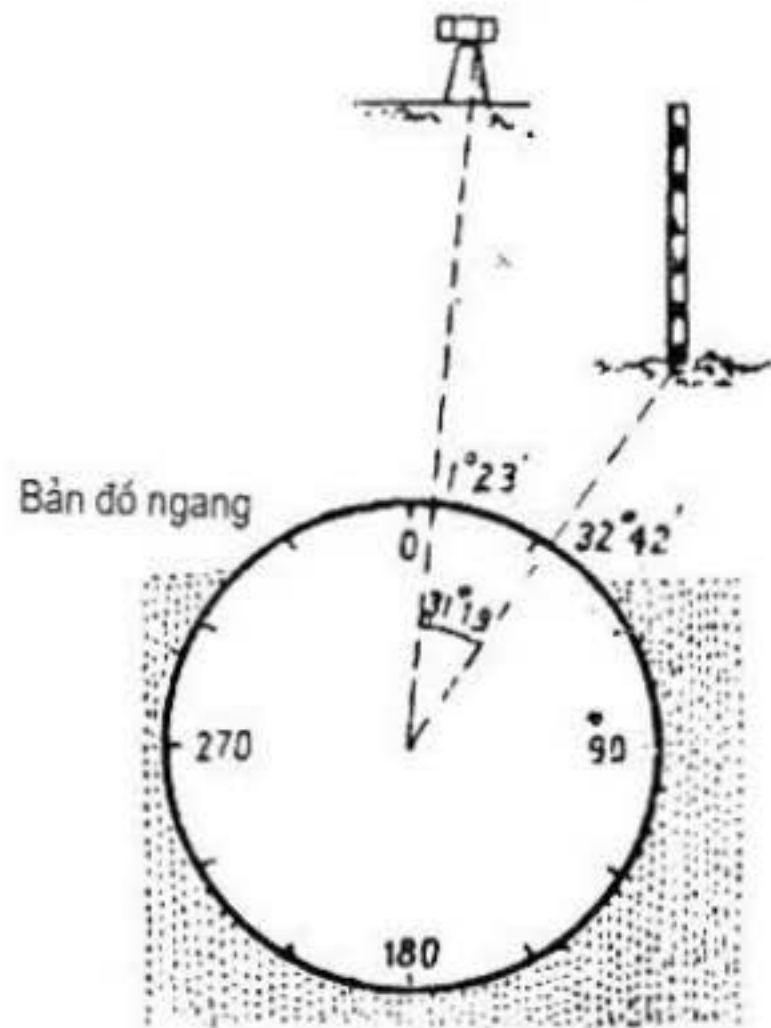
$$\frac{2\pi R}{6000} = \frac{2 \cdot 3,14 R}{6000} = \frac{1}{955} R \approx \frac{1}{1000} R$$

Hệ đo góc có ưu điểm nổi bật đối với việc đo đạc và tính toán đơn giản nhất ở ngoài thực địa. Ưu điểm chính là có được hệ thức giản đơn nhất giữa hai đại lượng góc và độ dài. Nếu biết được kích thước của vật nào đó l và trị số góc của nó theo vạch chia của dụng cụ đo góc n , thì khoảng cách đến nó D sẽ được xác định theo công thức đơn giản:

$$D = \frac{1000 l}{n}$$



a)



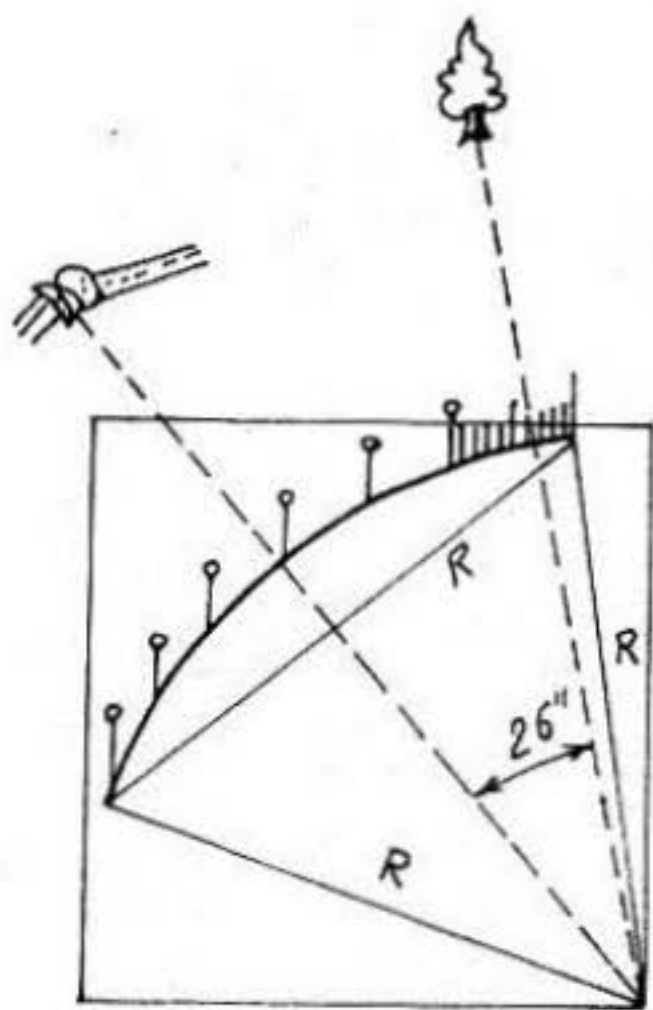
b)

h 7

Hình 7: Máy kinh vĩ đo góc (α) và bản chất việc đo góc.

Trên thực địa, các góc được đo bằng máy. Máy đo góc phổ biến nhất là *máy kinh vĩ* (têđôlit, h.7, a). Máy kinh vĩ có thể đo góc nằm ngang và góc thẳng đứng; tương ứng ta cũng có số đọc theo bàn độ ngang và bàn độ đứng. Các góc nằm ngang thường được đo không phải từ số đọc số không, mà từ một trị số bất kỳ tùy ý. Chẳng hạn, cần đo góc nằm ngang giữa một cái tháp và tiêu đo (h.7,b). Đầu tiên ta hướng ống kính vào tiêu đo và đọc số ($32^{\circ}42'$). Trị

số góc thu được là hiệu của hai số đo ($32^{\circ}42' - 1^{\circ}23' = 31^{\circ}19'$).



Hình 8: Cơ chế đo góc đơn giản nhất

Đề nghị bạn đọc quan tâm đến việc đo góc, tự chế một dụng cụ đơn giản nhất như trình bày ở h.8.

Bạn hãy lấy một tấm bìa (cactông) không lớn lắm, gấp làm đôi dưới dạng một tờ giấy gấp lại và từ đỉnh một góc nào đó vạch một cung. Bán kính đủ lớn sao cho cung quét dọc các cạnh đối của tấm trên. Cũng bán kính này hạ một dây cung. Các đầu mút của dây cung giới hạn vòng cung có góc ở tâm 60° . Chia vòng cung làm sáu phần đều nhau và một phần bên phải thì chia làm mười phần bằng nhau. Như

vậy, mỗi phần lớn sẽ bằng 10° , còn mỗi phần nhỏ sẽ bằng 1° . Tại các điểm chia ở tấm trên bạn hãy trích các lỗ để châm kim. Cho kim xuyên qua các lỗ này và chạm vào tấm dưới. Thế là đã chế xong "dụng cụ" và bạn có thể dùng nó để đo góc trên thực địa. Chẳng hạn, bạn phải xác định góc giữa chiếc cầu và một cây đứng độc lập (xem h.8). Đặt đỉnh góc tấm gấp vào mắt và chỉnh nó sao cho một đầu kim hướng vào chiếc cầu. Bây giờ đổi ngược với cây cắm một chiếc kim, tia ngắm đi qua chiếc kim đó và

bạn hãy đếm số hàng chục và hàng đơn vị độ. Số đọc này cũng sẽ bằng trị số của góc đó. Trường hợp của chúng ta, nó bằng 26° .

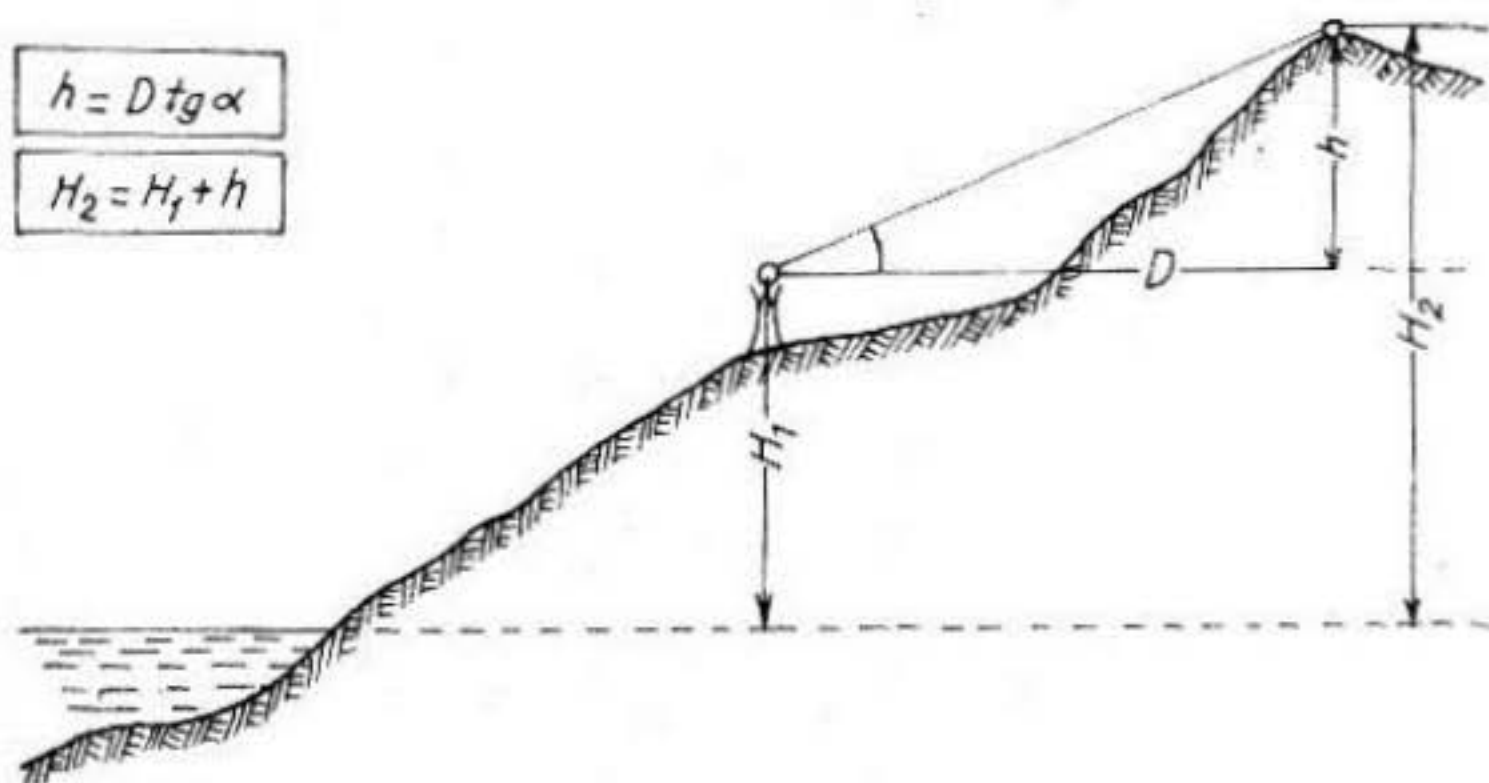
• ĐỘ CAO TUYỆT ĐỐI QUA ĐỘ CHÊNH CAO TƯƠNG ĐỐI

Trên mặt đất ít khi gặp những khu vực đồng bằng hoàn toàn phẳng phiu. Thường gặp là thực địa lồi lõm, tức một số điểm nhô cao, một số điểm lại thấp xuống. Mọi sự lồi lõm trên mặt đất đều được mô tả trên bản đồ một cách chi tiết như các yếu tố khác của thực địa. Muốn chộp được đúng địa hình, trước hết cần biết chênh cao tương đối của các điểm địa vật khác nhau. Sau đó căn cứ vào chênh cao tương đối mà xác định độ cao tuyệt đối của chúng, tức độ cao so với mặt biển. Việc tính đổi từ độ cao tương đối sang độ cao tuyệt đối được tiến hành bằng phép cộng đại số độ cao khởi tính và chênh cao.

Có nhiều phương pháp đo độ cao (đo thủy chuẩn), tức là xác định chênh cao tương đối và độ cao tuyệt đối của các điểm thực địa. Ta thử làm quen với những phương pháp cơ bản trong số đó.

Đo thủy chuẩn độ cao lượng giác. Tại điểm khởi tính, đã biết độ cao tuyệt đối của nó, ta đặt một máy đo góc với bàn độ thẳng đứng. Hướng ống kính vào điểm được xác định và theo bàn độ thẳng đứng đọc chỉ số hai điểm thực địa D, dễ dàng xác định được chênh cao h giữa chúng. Còn nếu biết chênh cao h và độ cao tuyệt đối H_1 của điểm khởi tính, thì có thể biết được cả chênh cao H_2 của điểm

phải tìm, đương nhiên là với những phép tính số học đơn giản. Các hệ thức này đều phản ánh trực quan trên hình vẽ.



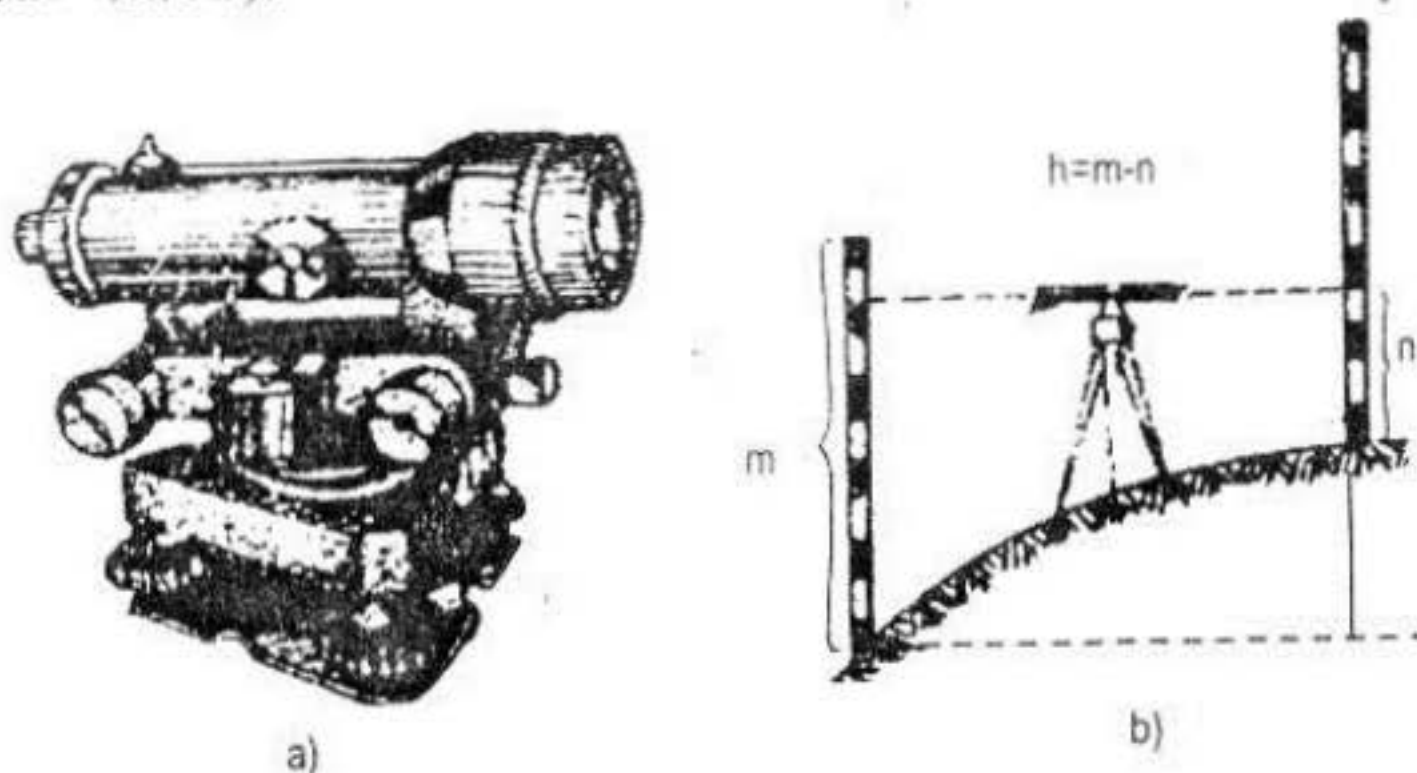
Hình 9: Xác định độ cao và chênh cao bằng phương pháp lượng giác.

BÀI TOÁN. Trong lý thuyết đo cao lượng giác, tất cả đều rõ ràng và về mặt toán học là chính xác. Nhưng nếu đo ngắm tương ứng từ hai điểm bất kỳ nào đó ở cách nhau rất xa thì trị số tuyệt đối của chênh cao thuận (đo đi) và nghịch (đo về) sẽ khác nhau. Khó mà giải thích sự chênh lệch này bằng sai số đo đạc: chúng chênh nhau khá lớn, tại sao vậy?

Nguyên nhân là ở chỗ, chúng ta bỏ qua một điều là công việc đo ngắm được tiến hành không trên một mặt phẳng mà trên mặt cầu của Trái Đất. Nếu tại vùng đồng bằng, tia ngắm hướng nằm ngang, thì do tỷ suất cong của Trái Đất nó sẽ dần dần cách xa bề mặt Trái Đất. Trị số

cải chính tỷ suất cong của Trái Đất trên một khoảng cách ngắn sẽ không lớn, nhưng nó lại phụ thuộc vào bình phương đo khoảng cách. Ví như, trên 1km nó bằng cả thấy 8cm , thì trên 10km nó sẽ bằng 8m. Đúng là ở đây có tác dụng của chiết quang - tia sáng bị khúc xạ do mật độ của khí quyển. Kết quả là tia sáng bị áp xuống mặt đất. Và do vậy số cải chính chung tỷ suất cong của Trái Đất và chỉnh quang sẽ lớn; cứ 10 km thì số cải chính bằng 6,58m.

Độ cao hình học: Đặt mia có vạch chia vào điểm khởi tính và điểm được xác định, còn ở giữa thì đặt máy đo cao (h.10).



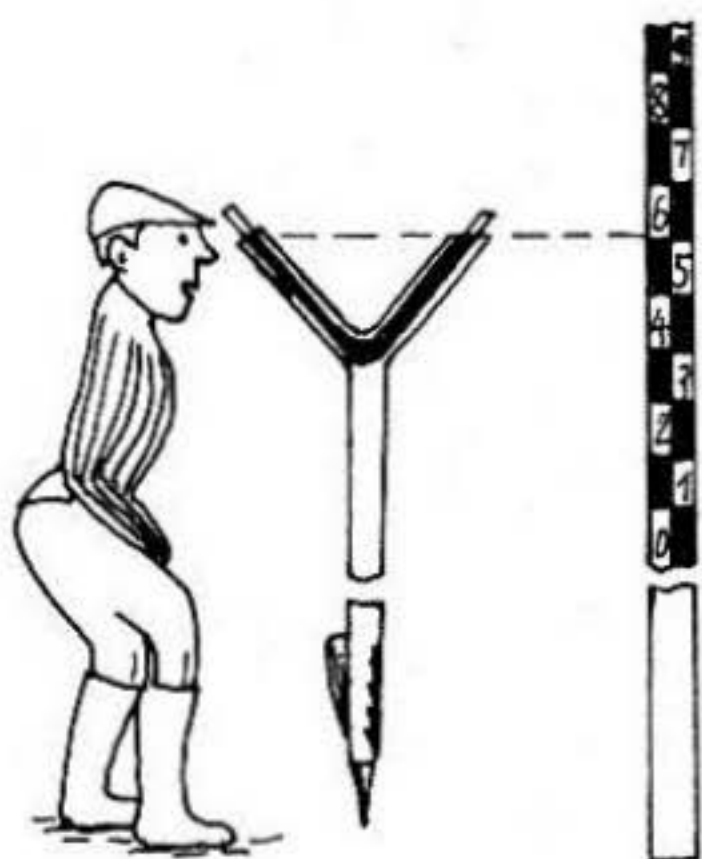
Hình 10: Đo thủy chuẩn hình học:

a- Máy đo thủy chuẩn

b- Xác định chênh cao

Máy đo cao đặt sao cho trục ngắm ống kính đúng là nằm ngang. Nhìn vào ống kính lần lượt về phía mia sau và trước rồi đọc số. Hiệu của chúng bằng chênh cao giữa các điểm mà ở đó đặt mia. Còn làm thế nào theo chênh cao để tìm độ cao tuyệt đối thì các bạn đã biết rồi.

Một số bạn đọc thích tự mình tiến hành đo cao, nhưng lấy máy đo cao ở đâu bây giờ? Không ngại, bạn có thể tự tạo ra nó. Bạn hãy lấy đoạn ống thủy tinh và bẻ gấp nó ở đoạn giữa dưới một góc vuông. Muốn vậy, phải giữ ống thủy tinh trên ngọn lửa nhỏ và ta sẽ dễ dàng uốn nó lại. Bạn hãy tìm một cái cọc có ngàm, vót nhọn đầu dưới của nó và gắn đó đóng một tiêu đo nhỏ (h11). Tiêu đo cần làm sao cho khi dậm bằng chân nó dễ dàng bập vào đất. Trên ngàm dùng một lớp lót cao su gắn ống kính lôm vào, như vậy là bạn đã có một máy đo cao.



Hình 11: Dụng cụ thủy chuẩn nước đơn giản và mia đo.

Một phụ kiện bắt buộc của máy đo cao là mia. Thường người ta dùng hai mia, song có thể sử dụng một. Mia làm bằng thanh gỗ mỏng dài độ hai mét. Đoạn trên chia làm mười phần bằng nhau như trên hình vẽ. Mỗi phần như vậy bằng 10cm, nhưng số đọc có thể lấy đến 0,1, tức là độ chính xác một centimet.

Đo cao vùng bậc thang thì dùng cọc đo cắm vào đất. Khoảng cách giữa các cọc đo đối với máy đo cao

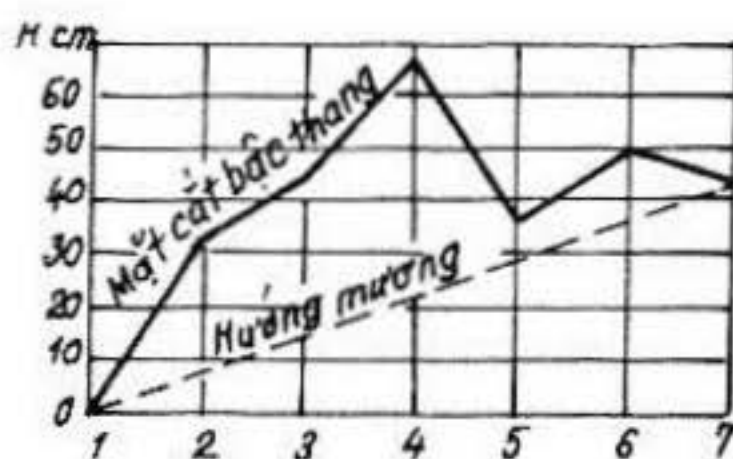
của chúng ta không nên lớn lắm, chừng 40-50m. Cạnh mỗi cọc đo tại đó ta đặt mia sẽ đóng một cái cọc kích thước

không lớn hơn gọi là cọc dẫn, trên đó chứa số hiệu điểm. Trình tự đo cao tiến hành như sau. Ta đặt mia vào điểm đầu tiên, còn ở giữa điểm đầu và điểm thứ hai thì cắm đầu nhọn của máy đo cao vào đất. Rót nước có pha mực vào ống thủy tinh, đồng thời ngắm theo đường đi qua theo bề mặt ống bọt nước tại hai đầu ống và ta đọc số theo mia. Sau đó chuyển mia đến điểm thứ hai và cũng đọc số. Hiệu giữa hai số đọc là chênh cao giữa điểm này với điểm kia.

BÀI TOÁN : Dọc hàng rào quanh vườn cần đào một con mương có độ dốc trên suốt con mương. Muốn vậy ta tiến hành đo cao theo cọc đóng cách nhau 50m một. Gắn mỗi cọc đo cần độ sâu của con mương như thế nào?

Số cọc	Số đọc theo mia		Độ chênh cao	Độ cao tương đối
	Nghịch	Thuận		
1	78			11
2	64	47	+37	34
3	71	50	+14	45
4	39	52	+19	64
5	64	67	-28	36
6	59	50	+14	50
7		68	-9	41

a)



b)

Hình 12 : Xử lý tài liệu đo thủy chuẩn

a- Bảng tính độ cao:

b- Mặt cắt nghiêng của tuyến đường.

Ta đọc số đọc cho mỗi cọc đo từ số đo ngoài thực địa tính độ chênh cao giữa chúng và các độ cao giả định

(h.12,a). Căn cứ các trị số độ cao thu được ta dựng mặt cắt bậc thang, đồng thời lấy tỷ lệ thẳng đứng xác định chắc chắn, chẳng hạn 1cm, 0,2cm (h.12,b).

Dùng đường chấm chấm nối điểm đầu và điểm cuối của mặt cắt. Nó cho ta biết hướng của con mương được thiết kế. Từ đường này ta xác định theo cột chia H các đoạn cắt theo đường thẳng đứng đến mỗi điểm cọc đo; ở cọc đo thứ hai sẽ bằng 25cm, ở cọc đo thứ ba bằng 30cm, v.v. Các số liệu này xác định độ sâu của con mương theo độ chính xác đã định.

Đo cao bằng khí áp kế. Phương pháp này dựa trên nguyên lý là áp suất khí quyển giảm cùng với sự tăng lên của độ cao so với mặt nước biển. Áp suất ngang mặt biển cân bằng trung bình là 760 mm cột thủy ngân. Nếu điểm trên mặt đất nằm cao hơn so với mặt biển, thì độ cao cột thủy ngân sẽ nhỏ hơn 760 mm. Trung bình có thể xem là áp suất giảm 1mm ứng với sự tăng độ cao 11m. Chẳng hạn, nếu áp suất là 660mm thì độ cao điểm đó gần ứng với 1100m.

Đo độ cao bằng khí áp kế so với phương pháp khác có ưu điểm là không cần có tầm nhìn thông suốt giữa các điểm thực địa. Song độ chính xác không cao, bởi kết quả phụ thuộc nhiều vào điều kiện khí tượng mà ta khó lường trước được.

BÀI TOÁN : Đội leo núi hoàn thành thắng lợi chuyến leo lên đỉnh núi. Trước khi xuống núi, các vận động viên làm một tiệc nhỏ pha trà uống vui. Người đội trưởng thả một nhiệt kế vào ấm nước sôi và sau ít phút, nhìn vào nhiệt kế và nhẩm tính, anh thông báo:

- Độ cao là 2250m so với mặt biển.

Bạn thử nghĩ xem, người đội trưởng đã xác định độ cao như thế nào? Chúng ta đều biết rằng, vị trí so với mặt biển càng cao thì áp suất khí quyển càng thấp. Tùy theo áp suất mà nhiệt độ sôi của nước có sự khác nhau. Người ta đã xác nhận rằng, nhiệt độ sôi giảm đi 1°C thì ứng với tăng độ cao trung bình 250m. Có nghĩa là trong trường hợp trên số chỉ số cắm vào bình nước đang sôi là 91°C , tức là thấp đi 9°C so với độ sôi tại mặt biển. Do đó, độ cao của núi bằng 2250m (250×9).

• THỜI GIAN THEO CÁC VỊ SAO

Tất cả các nước và các dân tộc đều thừa nhận một hệ thống đo thời gian thống nhất. Đơn vị đo thời gian là giờ, tức là 1/24 thời gian một vòng quay của Trái Đất xung quanh trục của nó.

Từ Trái Đất ta thấy dường như là bầu trời sao giống như mặt trong của một quả cầu lớn quay quanh trục của thế giới xuyên qua cực nam và cực bắc. Hiện tượng quay biểu kiến của bầu trời có thể nhận thấy trong khoảng thời gian một hai giờ. Một ngày đêm, bầu trời quay trọn một vòng.

Tại bán cầu bắc, hiện tượng quay biểu kiến của sao xảy ra xung quanh sao Bắc Cực là ngôi sao dường như không chuyển động. Căn cứ vào vị trí tương hỗ của sao Bắc Cực và chòm sao Gấu Lớn (Đại Hùng tinh) có thể xác định được thời gian thực. Bạn hãy tưởng tượng bầu trời sao là một cái mặt đồng hồ lớn có tâm là sao Bắc Cực và chữ



Hình 13: Mặt đồng hồ bầu trời sao.

số 6 phía dưới là ở trên điểm bắc. Kim đồng hồ chạy từ sao Bắc cực qua hai ngôi sao ngoài cùng của chòm Gấu Lớn có tên là sao Vệ Sĩ (h.13). Sự di động một vạch của đồng hồ diễn ra trong hai tiếng, bởi vì một vòng quay của đồng hồ phải mất 24 tiếng chứ không phải 12 tiếng như các đồng hồ thông thường.

Muốn tính thời gian, trước hết cần xem kim đồng hồ bầu trời sao chỉ vị trí nào. Trường hợp ở đây nó chỉ 5,5 giờ. Thêm vào đó số chỉ số tháng đã đi qua từ đầu năm kèm các phần lẻ (cứ ba ngày được xem là một phần mười tháng). Thí dụ nếu tiến hành đo ngắm ngày 24 tháng 11, thì ngày này sẽ ứng với số 10,8. Tổng được nhân lên với hai.

$$(5,5 + 10,8).2 = 32,6 \text{ giờ.}$$

Lấy số không đổi 55,3 (số này cần phải nhớ) trừ đi trị số thu được, kết quả ta sẽ có thời gian:

$$55,3 - 32,6 = 22,7 \text{ giờ.}$$

Bài toán này có thể giải bằng đồ giải trình bày ở hình 14. Đồ giải có hai vòng chia độ: vòng trong và vòng ngoài. Vòng chia ngoài chia làm 12 phần tức 12 tháng, đồng thời các phần phải bố trí xung quanh vòng tròn sao cho đường thẳng đứng vạch từ tâm, ứng với ngày 5 tháng 5. Vòng

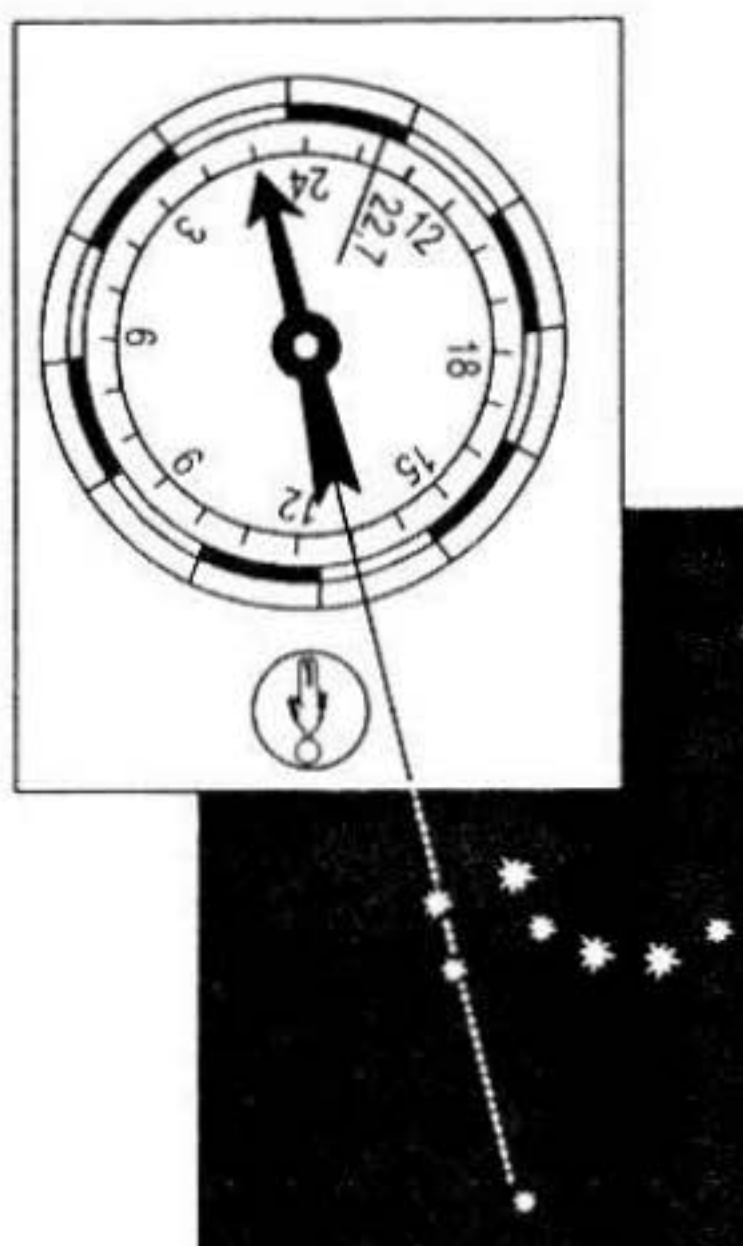
chia trong bố trí ở một vòng tròn khác, mà vòng tròn này phải quay xung quanh tâm tại trục dây thép. Vòng tròn này chia làm 24 phần. Kim đồng hồ vẽ tại điểm một giờ trên vòng tròn.

Khi tính thời gian bằng đồ giải, người ta quay vòng tròn trong, sao cho kim đồng hồ ở vòng tròn ngoài có vị trí giống hệt như kim đồng hồ bầu trời vốn có tức hướng là từ sao Bắc Cực đến các sao Vệ Sĩ. Số đọc đối diện với ngày tháng đo ngắm cho ta thấy thời gian đo ngắm.

Trên hình vẽ, vị trí của kim tương ứng với thí dụ trước. Đối diện với ngày 24 tháng 11 (4/5 tháng) theo vòng chia trong, ta đọc được số chỉ thời gian là 22,7 giờ.

• ĐỊA CHỈ CỦA CÁC ĐỊA VẬT

Dù cho thực địa có được biểu thị tốt nhờ đo vẽ địa hình, chỉ có thể sử dụng bản đồ thu được với điều kiện nó cung cấp những chỉ dẫn chính xác rằng, khu vực đo vẽ thuộc về bộ phận nào của mặt đất. Vậy thì làm thế nào



Hình 14: Đồ giải để xác định thời gian theo sao.

để chỉ rõ vị trí của đối tượng này hoặc đối tượng khác? Thí dụ, điểm Cực Bắc của châu Á nằm ở đâu?.. - Mũi Trêliuxkin? Có thể trả lời như vậy. Từ Vladivôxtôc cần bơi theo hướng đông bắc, lượn quanh đảo Xakhalin và bán đảo Camsatka, đi vào vịnh Bêrinh và cứ dọc theo bờ biển qua Bắc Băng Dương đến mũi Trêliuxkin. Diễn giải thì dài và thiếu chính xác. Các thủy thủ trả lời đơn giản hơn: mũi Trêliuxkin có tọa độ $77^{\circ}40'$ vĩ bắc và $104^{\circ}10'$ kinh đông. Các con số vừa dẫn là địa chỉ chính xác của đối tượng trên mặt đất và căn cứ vào chúng có thể dễ dàng nhận biết được vị trí của đối tượng trên bản đồ. Chỉ cần nhớ rằng độ vĩ độ tính từ xích đạo đến các cực từ 0 đến 90° , còn độ kinh thì từ kinh tuyến Grinuyt về phía đông và phía tây từ 0 đến 180° .

Cần hiểu rằng, chỉ có thể xác định được địa chỉ của đối tượng trên bản đồ trong trường hợp bản đồ được thành lập trên bộ sườn các điểm khống chế mà ta đã biết trước tọa độ. Bản đồ Trái Đất không thể thành lập được nếu không có công sức lâu dài và bền bỉ của các nhà trắc địa thiên văn trong nhiều năm từng bước một xác định vị trí của các điểm khác nhau trên mặt đất và sau đó triển khai những điểm này theo các tọa độ thu được trên lưới vĩ tuyến và kinh tuyến.

Các nhà trắc địa thiên văn xác định các tọa độ địa lý theo các vì sao nhờ những máy thiên văn chính xác cao, còn việc tính toán thì tiến hành theo những công thức khá phức tạp.

Cách đây không lâu, việc giải bài toán này đã gặp không ít khó khăn. Người ta cũng đã biết xác định một cách gần đúng độ vĩ theo độ cao của sao Bắc Cực. Nhưng còn độ kinh thì chưa biết làm thế nào. Muốn nhận biết độ kinh của một điểm, chẳng hạn điểm Puncôvô, nơi đặt đài thiên văn chính của Liên Xô, so với Grinuyt, thì cần biết thời gian địa phương giữa hai điểm đó chênh nhau bao nhiêu giờ, phút, giây. Bây giờ thì việc đó lại rất dễ: chúng ta đã có đồng hồ chính xác, lại có cả radiô. Thế mà hơn một trăm năm trước đây, muốn so sánh thời gian giữa Puncôvô và Grinuyt, người ta đã phải có một đoàn thám hiểm gồm nhiều con tàu trên đó trang bị 81 đồng hồ thiên văn!

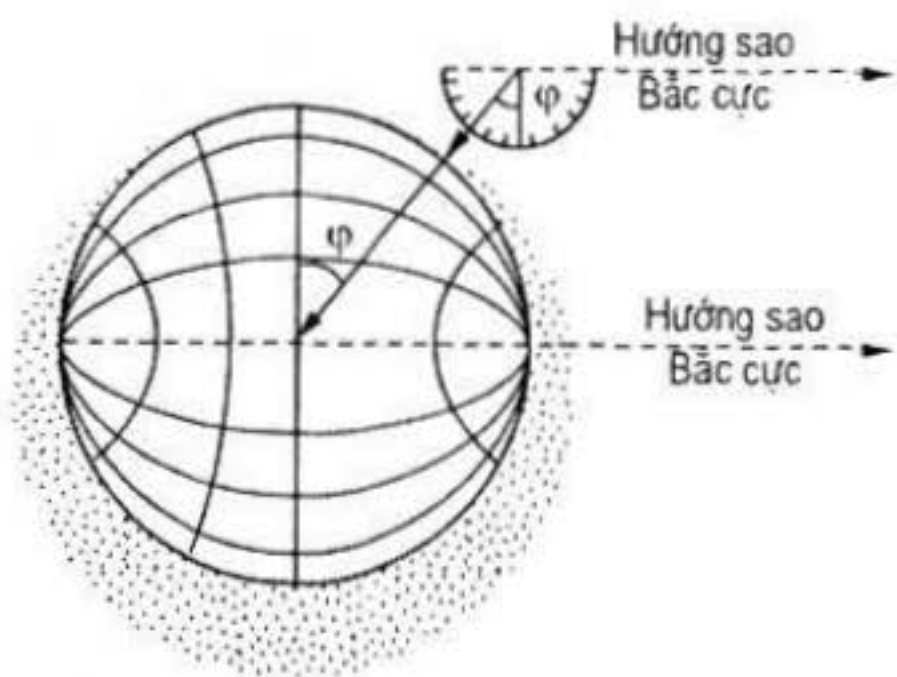
Tọa độ địa lý gần đúng của bất kỳ điểm nào trên Trái Đất đều có thể xác định bằng phương pháp đơn giản nhất, một trong các phương pháp đó đã được Giuyn Vecnơ mô tả chi tiết trong cuốn tiểu thuyết của ông nhan đề "Hòn đảo bí ẩn". Chúng tôi không mô tả lại mà chỉ kiến nghị một phương pháp giản đơn để giải bài toán.

Bạn hãy chọn một đêm không mây và tìm trên bầu trời ngôi sao Bắc Cực. Dễ dàng tìm thấy ngôi sao này theo chòm sao Gấu Lớn là chòm sao có hình một chiếc gấu gồm bảy ngôi sao (h.15). Bạn hãy hình dung một đường thẳng đi qua hai ngôi sao ngoài cùng, như đã trình bày trên hình vẽ, và ước lượng năm lần khoảng cách của hai ngôi sao đó. Điểm cuối của đoạn thẳng ước lượng là ngôi sao Bắc Cực.

Bây giờ bạn hãy lấy một sợi chỉ có kèm một vật nặng buộc vào tâm một thước đo độ và hướng đáy của nó về sao Bắc Cực (h.16).



Hình 15: Tìm vị trí sao Bắc Cực trên nền trời.



Hình 16: Xác định độ vĩ của một vị trí trên Trái Đất.

Theo vạch chia của thước đo độ, bạn sẽ xác định được góc từ số đọc 90° đến sợi chỉ có vật nặng. Kết quả chính là độ vĩ của điểm đo ngắm. Có thể dễ dàng xác nhận tính đúng đắn của phương pháp này nếu bạn xem hình vẽ. Rõ ràng là sao Bắc Cực nằm trên đoạn kéo dài trục quay của trái đất đó một khoảng xa. Do đó tia ngắm trên thực tế sẽ song song với trục Trái Đất N B (nam bắc), còn góc φ_1 bằng φ , tức là bằng vĩ độ điểm M. Để xác định tọa độ thứ hai, tức độ kinh, thì cần có công tác chuẩn bị. Trước hết, cần tìm trên thực địa hướng của kinh tuyến thực. Có thể xác định nó theo sao Bắc Cực cùng với việc đo ngắm độ vĩ của điểm. Muốn vậy, bạn hãy đặt một cái mốc tại điểm đứng và một cái mốc khác hướng về sao Bắc Cực. Đường thẳng nối hai mốc sẽ tương ứng với kinh tuyến thực. Sau đó bạn hãy để đồng hồ của mình theo thời gian Grinuyt: chỉnh đồng hồ sao cho chúng chỉ thời gian nhỏ thua Maxcova

hai giờ ⁽¹⁾. Trong trường hợp này, thời gian sẽ quy về kinh tuyến số 0 là kinh tuyến chúng ta đã biết sẽ đi qua Grinuyt thuộc ngoại ô London nước Anh.

Bây giờ bạn hãy chọn một ngày nắng và trước buổi trưa một lúc, bạn hãy đi đến cái mốc của mình. Chờ đến khi bóng của mốc này hướng đúng vào mốc thứ hai. Chính thời điểm này sẽ là lúc giữa trưa, tức 13 giờ. Theo đồng hồ của bạn, thời gian Grinuyt ta sẽ nói là 8 giờ sáng. Chênh lệch thời gian địa phương và thời gian Grinuyt là 5 giờ. Mặt trời trong sự di động một ngày đêm biểu kiến của mình quanh Trái Đất cứ mỗi giờ là 15° , trong 5 giờ là 75° . Đó cũng chính là kinh độ vị trí của bạn.

BÀI TOÁN : Cho trước tọa độ địa lý của hai điểm. Làm thế nào xác định được khoảng cách địa lý giữa chúng. Đơn giản hơn cả là triển các điểm này theo tọa độ lên bản đồ hoặc quả cầu và nếu biết tỷ lệ bản đồ ta sẽ tính được khoảng cách. Nhưng cũng có thể không dùng bản đồ hoặc quả cầu, mà dùng phương pháp tính toán.

Phương pháp tính gần đúng khoảng cách theo tọa độ địa lý là do nhà toán học Nga P.Trêbusep nghiên cứu ra. Đầu tiên xác định chênh độ vĩ và độ kinh tính bằng phút. Sau đó nhân đôi chênh độ vĩ. Lấy trị số lớn hơn trong hai số thu được nhân với 7, còn số nhỏ hơn nhân với 3. Sau đó cộng hai số tìm được lại và lấy tổng chia cho 7,5. Kết quả ta được khoảng cách phải tìm tính ra kilômet.

(1) ở Việt Nam, phải chỉnh 7 giờ, vì nước ta thuộc múi giờ thứ 7 (ND)

Khi tính toán khoảng cách bằng phương pháp này có thể bỏ qua thậm chí tỷ lệ cùng chiếu hình bản đồ, bởi vì chỉ cần biết độ vĩ và độ kinh của các điểm là các đại lượng đều như nhau trên tất cả bản đồ. Bởi vì phương pháp của P. Trêbusep là gần đúng nên vẫn tồn tại sự chênh lệch nào đó so với khoảng cách thực, nhưng không đáng ngại vì có thể bỏ qua trong những công việc không đòi hỏi độ chính xác cao.

BÀI TOÁN. Thường người ta sử dụng khái niệm kéo dài lãnh thổ theo vĩ độ hoặc kinh độ. Chẳng hạn, ta thường gặp câu "xứ sở kéo dài theo vĩ độ là 3° và theo kinh độ là 4° ". Có thể theo các số liệu này để tính toán kích thước gần đúng của miền ấy được không?

Kéo dài theo vĩ độ có nghĩa là chạy dọc suốt từ nam đến bắc (dọc kinh tuyến). Trong trường hợp này 1° sẽ ứng với chừng 111km. Còn kéo dài theo kinh độ thì ở đây 1° ứng với chừng 111km chỉ trên xích đạo, còn càng xa về phía cực thì khoảng cách này sẽ càng rút ngắn và tại cực sẽ có trị số không. Như vậy, bài toán của chúng ta không có lời giải xác định. Ít nhất phải biết trị số trung bình về vĩ độ của vùng lãnh thổ. Chẳng hạn, nếu vùng đất nằm ở vĩ độ Maxcova ($\varphi=56^{\circ}$) thì ở đây 1° kinh ứng với 63km. có nghĩa là vùng đất kéo dài theo kinh độ là 252km (63×4), còn theo vĩ độ là 333km (111×3).

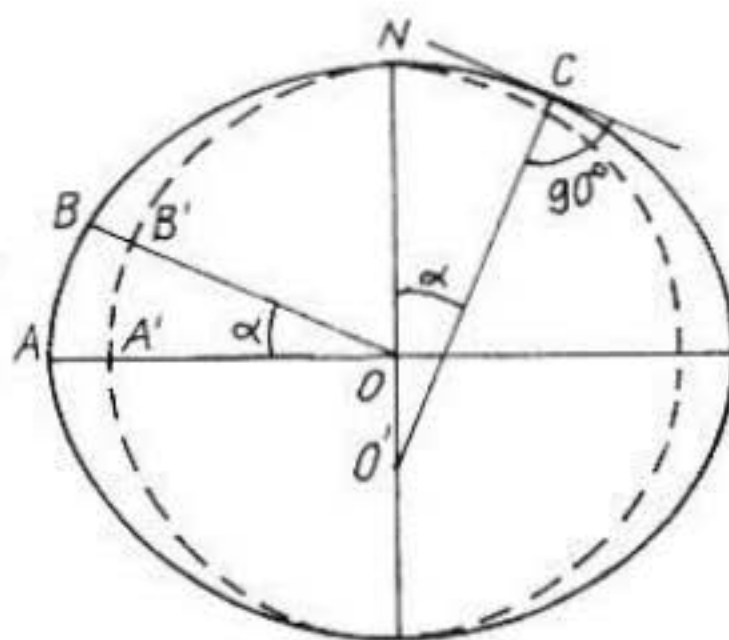
BÀI TOÁN : Thành phố Fêôđôxia nằm ở 45° vĩ bắc Fêôđôxia gần xích đạo hơn hay gần Bắc Cực hơn?

Bạn nào vội vàng trả lời mà chưa suy nghĩ kỹ thì sẽ nói rằng Fêôđôxia cách đều cả Bắc Cực và xích đạo. Hẳn

là như vậy. Vì từ Iêôđôxia đến xích đạo và đến Bắc cực đều bằng 45° . Nhưng nếu trả lời như vậy đã là sai hẳn 36km.

Trái Đất bị dẹt ở hai cực, điều đó có nghĩa là độ dài không đồng nhất sẽ có hiện tượng lớn bé khác nhau.

Trên hình 17 trình bày một hình elip, trục lớn OA trùng với hình chiếu xích đạo. Từ tâm của hình bầu dục O cách đường OA ta dựng một góc tùy ý α và vạch một vòng tròn phụ bán kính bán trục nhỏ ON. Rõ ràng rằng, cung AB của hình elip sẽ lớn hơn cung A'B' của vòng tròn được vạch. Từ đây nảy ra vấn đề là góc vĩ độ 1° ở xích đạo ứng với khoảng cách lớn hơn là ở cực. Phải chăng là như vậy?



Hình 17: Góc vĩ tại xích đạo và tại cực.

Dường như không phải thế. Hết thấy những kiến giải của chúng ta đều sai lầm. Vấn đề là ở chỗ độ vĩ của một điểm nào đó, chẳng hạn của điểm C, được tính không phải theo đường nối của điểm này với tâm của thể elipxôit, mà theo đường dây dọi là đường vuông góc với tiếp tuyến tại điểm C. Bây giờ nếu từ bán trục nhỏ ta dựng một góc α với điều kiện sao cho đường O'C tại điểm C vuông góc với tiếp tuyến, thì tất cả các cạnh của hình tam giác O'NC

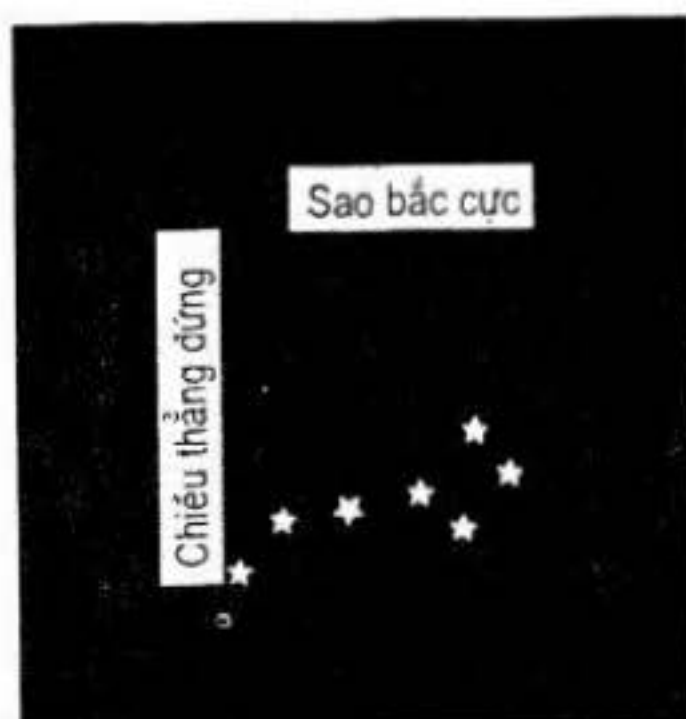
sẽ lớn hơn các cạnh tương ứng của hình tam giác OAB. Có nghĩa là cùng một góc theo vĩ độ tương trên mặt đất ở cực một đoạn lớn, còn ở xích đạo- một đoạn nhỏ. Ví như, 1° trên bán đảo Taimura lớn hơn ở Indônêxia tròn một kilômet.

• SAO BẮC CỰC CÓ Ở CHÍNH BẮC KHÔNG ?

Chúng ta xác định độ vĩ của một điểm theo sao Bắc Cực với điều kiện là ngôi sao nằm ở cực của thế giới. Nhưng sao Bắc Cực nằm không đúng trên đoạn kéo dài của trục Trái Đất, nó cũng giống như các vì sao khác, một ngày đêm vạch một đường biểu kiến với các địa vật. Và mặc dù kích thước của vòng tròn do sao vạch ra tương đối nhỏ, nhưng dù sao, nếu tiến hành đo ngắm từ Trái Đất, thì góc lệch với kinh tuyến thực có thể tới $1,5^{\circ}$. Đương nhiên, đối với tính toán gần đúng, người ta có thể bỏ qua trị số như vậy. Nhưng các nhà địa hình và các nhà trắc địa đều có khuynh hướng đo đạc chính xác. Trong đo ngắm thiên văn, họ xác định thời gian chính xác và khi sử dụng các bảng tính chuyên môn họ còn đưa vào tính toán những số cải chính tương ứng. Trong một số trường hợp, chính cả chúng ta cũng đòi hỏi biết vị trí chính xác của kinh tuyến. Chúng tôi xin giới thiệu một trong những phương pháp tính giản đơn nhất nhưng đang còn ít người biết tới. Sao Bắc cực một ngày đêm hai lần ở vị trí mà người ta gọi là điểm thiên đỉnh. Các điểm này nằm đúng ở đoạn kéo dài của kinh tuyến thực. Và nếu chúng ta trong thời gian này dõi hướng về sao Bắc Cực, thì thấy nó chỉ hướng chính bắc.

Sao Bắc Cực thường ở vị trí thiên đỉnh phía trên khi nó nằm ở một mặt phẳng thẳng đứng với ngôi sao ngoài cùng Benetnas trong chòm sao Gấu Lớn (h.18).

Muốn tính kinh tuyến thực, người ta buộc vào sợi chỉ một quả dọi và chờ đuôi của chòm sao gấu lớn xuống thấp phía chân trời. Sau khi chọn điểm đứng cách phía nam quả dọi một vài mét và di động về bên phải hoặc về bên trái ta sẽ làm chập sợi chỉ vào sao Bắc Cực. Vào lúc sao



Hình 18: Vị trí tương hỗ giữa chòm sao Gấu Lớn và sao Bắc Cực trong thời gian trung thiên.

Benetnas nằm trên một mặt phẳng thẳng đứng sao Bắc Cực, lúc sợi chỉ dọi che hai vì sao, ta đánh dấu trên thực địa một điểm nằm trên đoạn kéo dài từ mắt đến sợi chỉ. Đường này chính là kinh tuyến thực. Nếu đêm rất tối, thì đường dây dọi cần thoa phấn, còn điểm thì cần đánh dấu bằng đèn chiếu sáng. Sao Bắc cực và sao Benetnas thường cùng ở một mặt phẳng dọi vào mùa thu lúc gần nửa đêm, vào mùa đông ngay lúc chập tối, còn về mùa hè thì ngay trước lúc bình minh.

• MÔ HÌNH TRÁI ĐẤT

Biết hình dạng Trái Đất và vị trí địa vật, người ta có thể xây dựng mô hình Trái Đất. Mô hình thu nhỏ của Trái Đất phản ánh đầy đủ nhất bề mặt của nó là quả cầu. Lân

đầu tiên, vào thế kỷ thứ II trước Công nguyên, Crates ở Pégama đã chế ra quả cầu. Và Ptolémê (87-165) trong cuốn "Chỉ dẫn về địa lý" nổi tiếng lần đầu tiên mô tả chi tiết phương pháp chế quả cầu. Quả cầu đặc sắc phản ánh chính xác nhất bề mặt Trái Đất thời bấy giờ là do Buruni, một nhà bác học người Trung Á sinh năm 973 tại thành phố ngày nay mang tên ông, chế ra. Buruni đã kể về việc ông chế quả cầu như thế nào, như sau:

"Tôi xuất phát từ việc chính xác hoá khoảng cách và tên gọi các địa phương và các thành phố, trên cơ sở nghe ngóng và thu thập, sưu tầm từ nhiều người, nhiều nguồn. Bước đầu tôi đã kiểm tra được độ tin cậy của tài liệu và có những biện pháp bảo đảm bằng cách so sánh đối chiếu các nguồn tư liệu với nhau".

Quả cầu của Buruni có đường kính 5m, đáng tiếc là hiện nay không còn tìm thấy quả cầu đó cũng như cách thể hiện trên quả cầu.

Quả cầu do nhà địa lý người Đức M.Bekbain chế ra năm 1492 được xem là quả cầu cổ nhất còn giữ lại được. Một trong những quả cầu đầu tiên được chế ở nước Nga là quả cầu có đường kính 91,4cm trên có vẽ bản đồ. Nó được Carơ Macximốp ở Poxcốp chế tạo vào thế kỷ XVIII.

Một tượng đài kỷ niệm khoa học và kỹ thuật nước Nga thế kỷ thứ XVIII là quả cầu lớn của Viện hàn lâm hiện còn lưu trữ tại Viện bảo tàng mang tên M.V.Lômônôxốp tại Leningrat. Kỷ vật quý giá này đã kết hợp tài tình mô hình quả địa cầu với phòng chiếu hình vũ trụ. Đường kính quả cầu 310cm. Mặt ngoài có bản đồ Trái Đất, mặt trong là bầu trời sao.

Quả cầu được gắn vào một trục sắt, đầu dưới của nó dựa vào nền nhà, còn đầu trên nhờ những chi tiết chuyên dùng được gắn vào tường nhà. Bên trong quả cầu, tại trục của nó có lắp đặt cả bàn ghế. Ở đây có thể bố trí đồng thời 10-12 người ngồi quan sát chuyển động của các thiên thể, tương tự như trong phòng chiếu hình vũ trụ.

Tính chất quý giá nhất của quả cầu là giữ được sự đồng dạng của các vật thể, có tác dụng như một tài liệu giáo khoa về vật lý.

BÀI TOÁN : Người ta chế tạo một quả cầu có dạng hình cầu, chứ không phải là thể elipxôit, là hình gần giống với Trái Đất hơn. Bạn thử nghĩ xem sai số sẽ là bao nhiêu nếu làm như vậy và quả cầu thực quan sẽ như thế nào khi chế tạo nó có tính đến độ dẹt của Trái Đất.

Với mặt cắt thẳng đứng, quả cầu là một hình elip có các trục: $a=6378\text{km}$, $b=6357\text{km}$. Ta thử vạch một hình elip như vậy với tỉ lệ 1: 20.000.000. Trước hết, ta xác định trị số của các trục theo tỷ lệ đã cho. Ta sẽ được $a= 31,9\text{cm}$; $b=31,8\text{cm}$. Sau đó ta dựng các trục vuông góc tương ứng và trên đó đặt các trị số thu được. Bây giờ từ giao điểm các trục ta vạch vòng tròn bán kính bằng bán trục lớn. Vòng tròn này đi qua cả thấy 1mm cao hơn các điểm tạo thành hình elip với các trị số đã biết của bài toán trục trên thực tế sẽ trùng nhau.

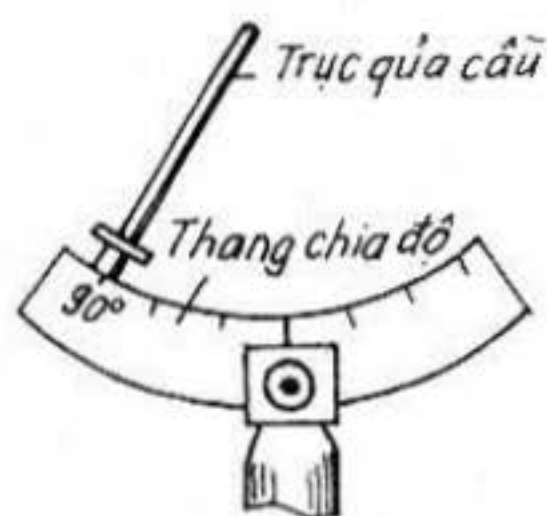
BÀI TOÁN : Thường quả cầu không đặt trên một trục thẳng đứng, mà dưới một góc $66^{\circ}33'$ đối với mặt phẳng nằm ngang, tức góc tạo ra giữa trục Trái Đất và mặt phẳng quỹ đạo. Có thể cho rằng trục ở vị trí như vậy, quả cầu

có vị trí định hướng tại một điểm bất kỳ của Trái Đất được không?

Không, quan niệm như vậy là sai lầm. Mặt phẳng nằm ngang chỉ trùng với mặt quỹ đạo tại một độ vĩ - tại Vòng Cực. Chỉ tại đây chúng ta mới có thể định hướng quả cầu sau khi đã hướng đầu bắc của quả cầu về cực của thế giới. Tại các vĩ độ khác, quả cầu không định hướng được.

Để cho trục quả cầu song song với trục Trái Đất tại một điểm bất kỳ thì cần có điều kiện là góc nghiêng của trục đối với mặt phẳng nằm ngang phải bằng trị số bằng độ của độ vĩ điểm đó. Ví như, ở Maxcova khi độ vĩ của nó là 56° thì góc nghiêng của trục quả cầu bằng 56° . Rõ ràng là tại cực bắc, trục quả cầu có vị trí thật thẳng đứng.

Có thể tiến hành định hướng quả cầu tại một độ vĩ bất kỳ nhờ một phương tiện đơn giản mà cấu tạo của nó đã trình bày ở hình h.19. Ta dễ dàng kiểm tra xem việc định hướng này có chính xác không: khi quay quả cầu cần có vị trí sao cho điểm bạn đứng ở đúng phía trên. Nếu không làm được như vậy thì có nghĩa là quả cầu không được định hướng.



Hình 19: Thiết bị định hướng quả cầu.

• MỜ PHANH TRÁI ĐẤT

Mô hình Trái Đất - quả cầu cho ta hình dung đúng đắn nhất về vị trí tương hỗ của các lục địa và các đại dương,

rừng và núi. Song không phải lúc nào cũng dễ sử dụng một mô hình như vậy. Có một sự thể hiện lên mặt phẳng mỗi khu vực cần thiết trên Trái Đất thì thuận lợi hơn. Một bản vẽ trên giấy và từng khu vực như vậy rõ ràng rất thuận lợi cho công việc. Nhưng làm thế nào thể hiện đúng bề mặt hình cầu lên mặt phẳng?

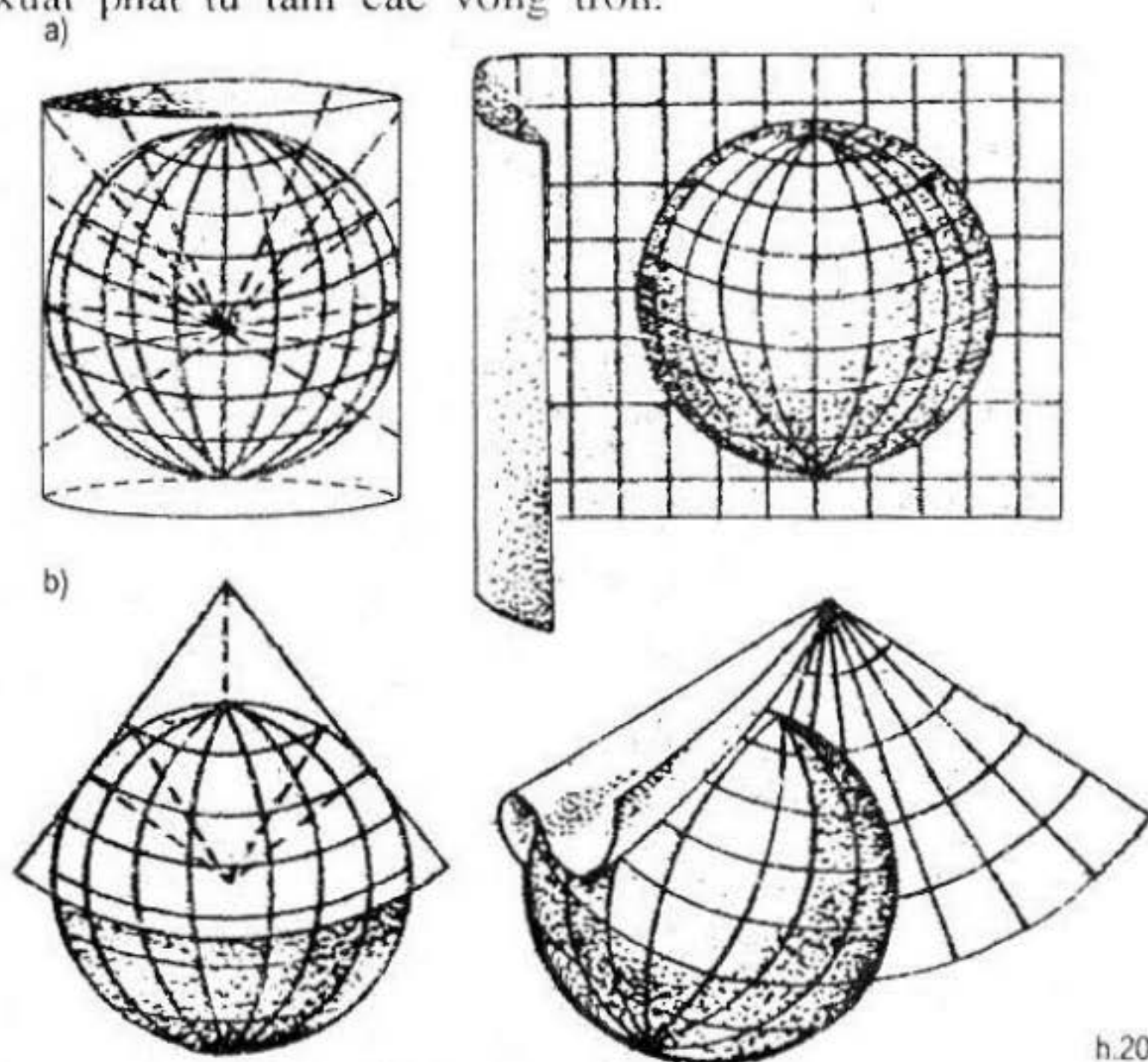
Giả như Trái Đất có dạng hình trụ hoặc hình nón, thì mở bề mặt của nó cũng chẳng có gì khó khăn cả. Bạn thử bóc vỏ một quả cam xem có căng thành mặt phẳng được không. Không thể căng hình cầu hay một thể elipxôit mà không có nếp gấp hay đứt gãy.

Nếu như thể hiện các yếu tố của quả đất lên một quả bóng cao su và sau đó cắt phần mà chúng ta quan tâm, thử kéo nó ra thành mặt phẳng được không? Dễ dàng đoán nhận rằng, hình dạng các đại lục mà chúng ta quen biết sẽ bị biến dạng.

Không phải ngẫu nhiên để biểu thị bề mặt Trái Đất người ta phải dùng đến một hệ thống quy ước được gọi là *phép chiếu hình bản đồ*. Bản chất của công việc đó như sau:

Đầu tiên người ta tính toán và xây dựng trên giấy mạng lưới kinh tuyến và vĩ tuyến, sau đó từ các đường lưới theo các tọa độ người ta triển các chi tiết thu nhận được bằng đo vẽ địa hình. Lưới kinh tuyến và vĩ tuyến, đó là cơ sở của bất kỳ bản đồ nào. Tùy theo phép chiếu hình đã chọn, các kinh tuyến và vĩ tuyến trên bản đồ có thể biểu thị dưới dạng lúc đường thẳng, lúc đường cong.

Chúng ta thử hình dung một lưới vĩ tuyến và kinh tuyến từ mặt hình cầu được chiếu xuống mặt sườn của một hình trụ hoặc một hình nón (h.20). Các mặt này sau đó được chia cắt và dàn trải trên mặt phẳng. Trường hợp đầu (h.20,a) có tên là phép chiếu hình trụ. Các vĩ tuyến và kinh tuyến được biểu thị trên đó dưới dạng các đường vuông góc tương ứng. Trường hợp thứ hai (h.20,b) được gọi là phép chiếu hình nón. Các vĩ tuyến được biểu thị bằng các vòng tròn đồng tâm, còn các kinh tuyến là các đường thẳng radian, xuất phát từ tâm các vòng tròn.



Hình 20: Phương pháp chiếu hình lưới địa lý trên bề mặt của hình trụ (a) và của hình nón (b).

Việc xây dựng các phép chiếu hình bản đồ đã tốn nhiều công sức của các nhà bác học lớn nhất của các thời đại như: Arixtôt và Ptôlêmê, Lêônacđô ĐaVinci và Đêcác, Lômônôxốp và Gauxơ và nhiều người khác. Nhà bác học Nga nổi tiếng, người sáng lập hệ thống tuần hoàn các nguyên tố hoá học Đ.L Mendêlêep trong một công trình của mình đã viết: "Mọi người đều biết rằng, nghệ thuật vẽ bản đồ của các nước với sai số ít nhất có thể được đã từ lâu là mối quan tâm của nhiều nhà bác học, cả người bạn quá cố của tôi, Nhà toán học nổi tiếng của chúng ta P.L.Trêbusep, người đã nghiên cứu môn học này rất nhiệt thành nhưng đáng tiếc là ông chỉ giới hạn ở bản đồ nước Nga phần châu Âu".

Chính bản thân Mendêlêep đã kiến nghị một cách chiếu hình độc đáo cho bản đồ nước Nga được biên soạn vào năm 1906.

Đối với bản đồ địa lý, người ta áp dụng các phép chiếu hình rất khác nhau. Các điểm của mặt đất được chiếu hình lên các mặt phẳng, các hình nón, các hình đa giác hoặc một số hình dạng khác. Và khi đó các bản đồ Trái Đất có dạng khác nhau nhất.

Thoạt đầu, việc xây dựng các phép chiếu hình bản đồ có thể dường như là đơn giản. Nhưng thực ra bất kỳ phép chiếu hình nào cũng được xây dựng theo các định luật toán học chặt chẽ. Bộ môn nghiên cứu các quy luật xây dựng phương pháp chiếu hình chính là toán bản đồ.

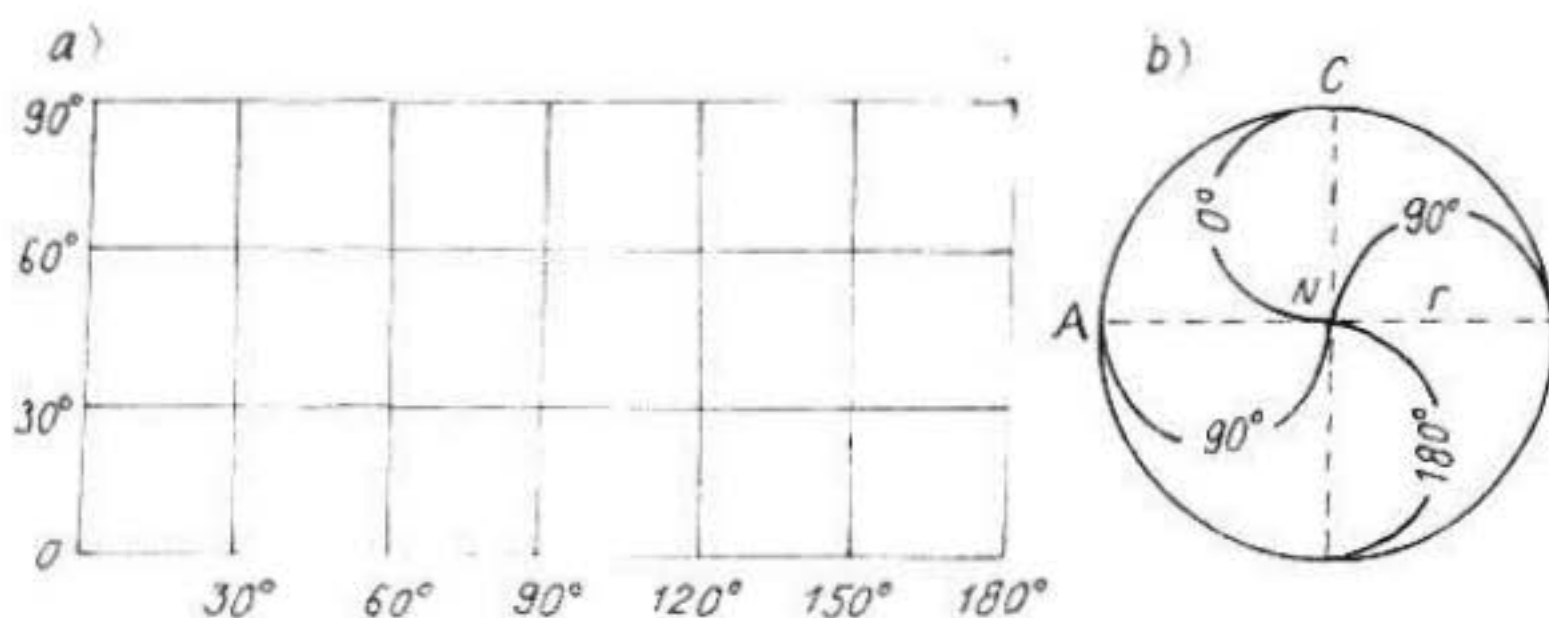
Mặc dù có hàng nghìn phương pháp thể hiện Trái Đất lên một mặt phẳng, vẫn chưa có phương pháp nào cho ta

phản ánh nó một cách chính xác. Bao giờ cũng phải hi sinh một cái gì đó. Trên một số bản đồ người ta thể hiện đúng đắn chu vi của các đại lục và đại dương, nhưng đồng thời kích thước của chúng bị sai lệch đi. Trong các trường hợp khác, để đảm bảo đúng diện tích, đương nhiên hình dạng của các đại lục sẽ bị biến dạng đi.

Áp dụng các phép chiếu bản đồ khác nhau ta có thể xây dựng được các bản đồ tự do hoặc hầu như không phụ thuộc vào một sai biến, nhưng lại có sai biến thuộc dạng khác. Làm quen với các loại bản đồ khác nhau, tạo ra nhiều khả năng vận dụng các phương tiện mà ngành bản đồ đã có. Các nhà bản đồ có thể đưa ra nhiều phép chiếu hình, trong đó từng phép thoả mãn các điều kiện cho trước, trừ một điều kiện sau đây: bản đồ hoàn toàn tránh được sai biến của bề mặt Trái Đất là điều không thể có được. Tránh loại sai biến này sẽ có loại sai biến khác.

BÀI TOÁN : Cho rằng ta có thể kiến nghị một phép chiếu hình bản đồ hầu như có thể có được một tỷ lệ như nhau theo xích đạo và theo tất cả các kinh tuyến. Chúng ta sẽ thử giải bài toán này.

Để thành lập bản đồ có thể giả thiết rằng Trái Đất có dạng hình cầu. Có nghĩa là khoảng cách theo kinh tuyến từ cực nam đến cực bắc sẽ đúng bằng một nửa vòng tròn theo xích đạo. Muốn dựng một hình chiếu như dự định, ta vạch một đường xích đạo và đặt trên đó các đoạn như nhau tương ứng với một số nhất định về độ kinh, thí dụ bằng 30° (h.21,a). Từ các điểm chia, ta dựng các đường thẳng vuông góc sẽ là các đường kinh tuyến. Theo các điều kiện



Hình 21: Hình chiếu mà trên đó giữ được tỷ lệ theo xích đạo và theo kinh tuyến.

của bài toán, tỷ lệ theo xích đạo và theo kinh tuyến phải như nhau. Muốn thực hiện điều này, ta vạch trên các kinh tuyến các điểm cách nhau một khoảng giống như trên xích đạo. Ta vạch qua các điểm chia cắt vĩ tuyến và ghi giống như trên xích đạo - cách 30° một. Ta có phép chiếu hình vuông. Năm 1438 Ênricô, người Bồ Đào Nha, nổi tiếng với cái tên Henric - Nhà Hàng Hải đã đề nghị phép chiếu hình này. Một điều kiện đã được thực hiện: mỗi độ vĩ và độ kinh theo đường xích đạo cùng ứng với một đoạn.

Nhưng lời giải này không phải duy nhất. Chẳng hạn vẫn còn một cách giải độc đáo nữa.

Bây giờ ta vạch một đường tròn, cũng tức là đường xích đạo. Chia đường tròn thành bốn phần đều nhau và nối các điểm chia bằng các bán kính với tám vòng tròn. Tại mỗi bán kính ta dựng các nửa vòng tròn như đã trình bày ở hình 21,b. Các đường cong này sẽ chỉ các đường kinh tuyến

chạy dài 90° từ xích đạo đến cực. Trong trường hợp này, đoạn cắt mỗi kinh tuyến sẽ bằng $1/4$ độ dài xích đạo. Ta chứng minh như sau:

$$AC = \frac{2\pi r}{4} = \frac{\pi r}{2}$$

$$NC = \frac{2\pi \frac{r}{2}}{2} = \frac{\pi r}{2}$$

Từ đây rút ra rằng, độ dài của một độ theo xích đạo đúng bằng độ dài một độ theo kinh tuyến. Có nghĩa là tỷ lệ theo kinh tuyến và theo xích đạo là như nhau.

Tất nhiên phương pháp chiếu hình mà chúng ta đưa ra khó mà áp dụng được trong thực tiễn làm bản đồ, bởi vì khoảng cách trên bản đồ thường đo theo đường thẳng chứ không theo đường cong. Dù sao điều kiện đặt ra của bài toán cũng đã được thực hiện. Bạn thử nghĩ xem, có thể là bạn sẽ tìm ra một phép chiếu hình nào đó thoả mãn được điều kiện đặt ra.

BÀI TOÁN : Thành phố Khabarôpxkơ hay thành phố Vladivôxtôc ở thiên về phía đông hơn?

Nhiều người đã trả lời câu hỏi này rằng, Vladivô - xtôc nằm thiên về phía đông hơn Khabarôpxkơ. Trên thực tế không phải như vậy. Độ kinh của Khabarôpxkơ là 135° , còn của Vladivôxtôc là 132° (kinh đông). Chênh lệch nhau 3° . Câu trả lời sai lầm này được giải thích như thế nào đây?

Chính là vì không ai lại nói rằng, Lénningrat hoặc Kiep thiên đông hơn Maxcơva.

Phương pháp chiếu hình các bản đồ địa ký trên lãnh thổ Liên Xô đã làm cho chúng ta lạc hướng. Trên các bản đồ này thường người ta biên soạn các kinh tuyến vùng cực đông Liên Xô không thẳng đứng, mà là thiên về bên phải, tức thiên đông. Ở các bản đồ như vậy, Vladivôxtôc nằm ở phía nam Khabarôpcơ, sẽ có vị trí không chỉ thấp hơn mà còn thiên về bên phải Khabarôpcơ một chút. Do đó chúng ta dễ có ấn tượng sai lầm về vị trí tương quan giữa hai thành phố nói trên.

• ĐƯỜNG THẲNG NGẮN HƠN HAY ĐƯỜNG CONG NGẮN HƠN

Vào thời kỳ các phát kiến địa lý vĩ đại, các nhà hàng hải dũng cảm đã đi tung hoành khắp mặt đại dương. Họ rất cần bản đồ có phương hướng Trái Đất. Tàu đi theo địa bàn và nếu như các góc giữa kinh tuyến và tuyến đi của tàu trên bản đồ và trên bề mặt Trái Đất trùng khớp thì có nghĩa là an toàn .

Nhà bản đồ học người Flamăng Herat Mecato là người đầu tiên đã xây dựng một bản đồ như vậy vào năm 1569. Nguyên lý thiết kế bản đồ theo phép chiếu hình Mecato cũng giống như phép chiếu hình vuông, nhưng tỷ lệ theo kinh tuyến và vĩ tuyến tăng lên tùy thuộc mức độ xa gần từ xích đạo đến các cực. Thí dụ: tại độ vĩ 60° tỷ lệ tăng lên gấp đôi, còn tại các cực thì tăng đến vô cực.

Bạn hãy hình dung rằng, cần tìm một con đường ngắn nhất giữa London và Thượng Hải. Trên bản đồ, theo phép chiếu hình Mecato, đường thẳng nối các thành phố này sẽ

nhiệm vụ hoa tiêu được nhẹ nhàng hơn. Nếu theo bản đồ như vậy mà đo góc giữa hướng kinh tuyến và hướng đến điểm cuối, thì góc này sẽ ứng với tuyến đi của con tàu. Như vậy muốn xác định tuyến đi, cần phải nối bằng đường thẳng các điểm đầu và điểm cuối và đo góc tạo thành bởi nó với một kinh tuyến nào đó. Cứ giữ vững hướng này, người hoa tiêu sẽ dẫn chính xác con tàu đến đích dự định.

• BẢN ĐỒ ĐỊA HÌNH LÀ GÌ ?

Trong cuốn truyện của nhà văn A.Gaïda nhân đề *Khỏi trong rừng* có mô tả một chuyện xảy ra như sau. Nhân vật của cuốn truyện bất ngờ bị hỏng máy bay. Phi công Fêđôxêp bị thương và cần được cấp cứu. " - Nghe đây - " anh nói - anh hiểu bản đồ chứ?

- Vâng, tôi hiểu, - tôi trả lời, - Maxcova, Lêningrat, Minxcơ, Kiep, Tiflit.

- Thôi đủ rồi đấy anh bạn ạ! Sao không bắt đầu nào là: châu Âu, châu Mỹ, châu Phi, châu Á. Tôi hỏi anh rằng, nếu tôi vẽ cho anh con đường theo bản đồ thì anh có thoát ra được không?

Tôi cầu nhàu:

- Tôi không rõ, Vaxili Xêmê nôvits ạ. Tôi có học qua địa lý, nhưng tối lắm...

- Đến thế cơ, thế thì tối thật.

Dễ dàng phán đoán rằng câu chuyện nói về những bản đồ có mục đích khác nhau. Phi công Fêđôxêp trong khi đặt câu hỏi, có ý nói không phải về bản đồ địa lý, mà là

về bản đồ địa hình để nhờ đó có thể tìm ra con đường cần thiết trên thực địa.

Còn bản đồ địa hình là gì và nó khác các loại bản đồ khác như thế nào? Sự phân biệt cơ bản là theo tỷ lệ. Người ta quy ước rằng, các bản đồ tỷ lệ 1:300.000 và lớn hơn đều thuộc bản đồ địa hình, tức các bản đồ trên đó thực địa được biểu thị thu nhỏ tất cả các khoảng cách đến 300.000 lần. Cùng với thu nhỏ các khoảng cách (cự li) như vậy, trên bản đồ có thể trình bày tất cả các điểm dân cư, lưới đường sá, rừng, sông suối và các địa vật khác. Trên những bản đồ tỷ lệ nhỏ hơn, thực địa được phản ánh khái lược và tổng quát hơn, bởi vì tỷ lệ không cho phép bố trí trên đó tất cả các địa vật. Nhân đây ta cũng nhớ lại hai câu thơ nổi tiếng của M.Iu.Lecmônôp:

"Tambôp trên bản đồ tổng quát

Không phải bao giờ cũng là một khuyên tròn".

Nhưng thật là không đúng khi chia ranh giới giữa bản đồ tỷ lệ lớn và bản đồ tỷ lệ nhỏ, đồng thời gọi loại đầu là bản đồ địa hình, còn loại sau là bản đồ địa lý. Thực ra, bất kỳ loại bản đồ nào mà trên đó phản ánh bề mặt trái đất đều là bản đồ địa lý, còn bản đồ địa hình chẳng qua là dạng tối ưu của bản đồ địa lý mà thôi.

Nói chung, khái niệm về tỷ lệ lớn và tỷ lệ nhỏ đều là tương đối. Nhà địa hình có thể coi tỷ lệ 1:100.000 (1 cm ứng với 1 km) là nhỏ, còn trong thư viện bản đồ thậm chí tỷ lệ 1:1.000.000 (1 cm ứng với 10 km) người ta lại gọi là tỷ lệ lớn. Do đó, ngay cả việc phân chia các bản đồ địa

hình trong các bản đồ địa lý theo dấu hiệu tỉ lệ cũng hoàn toàn là quy ước. Đúng hơn thì phải mở rộng khái niệm "bản đồ địa hình" theo nội dung và mục đích của chúng.

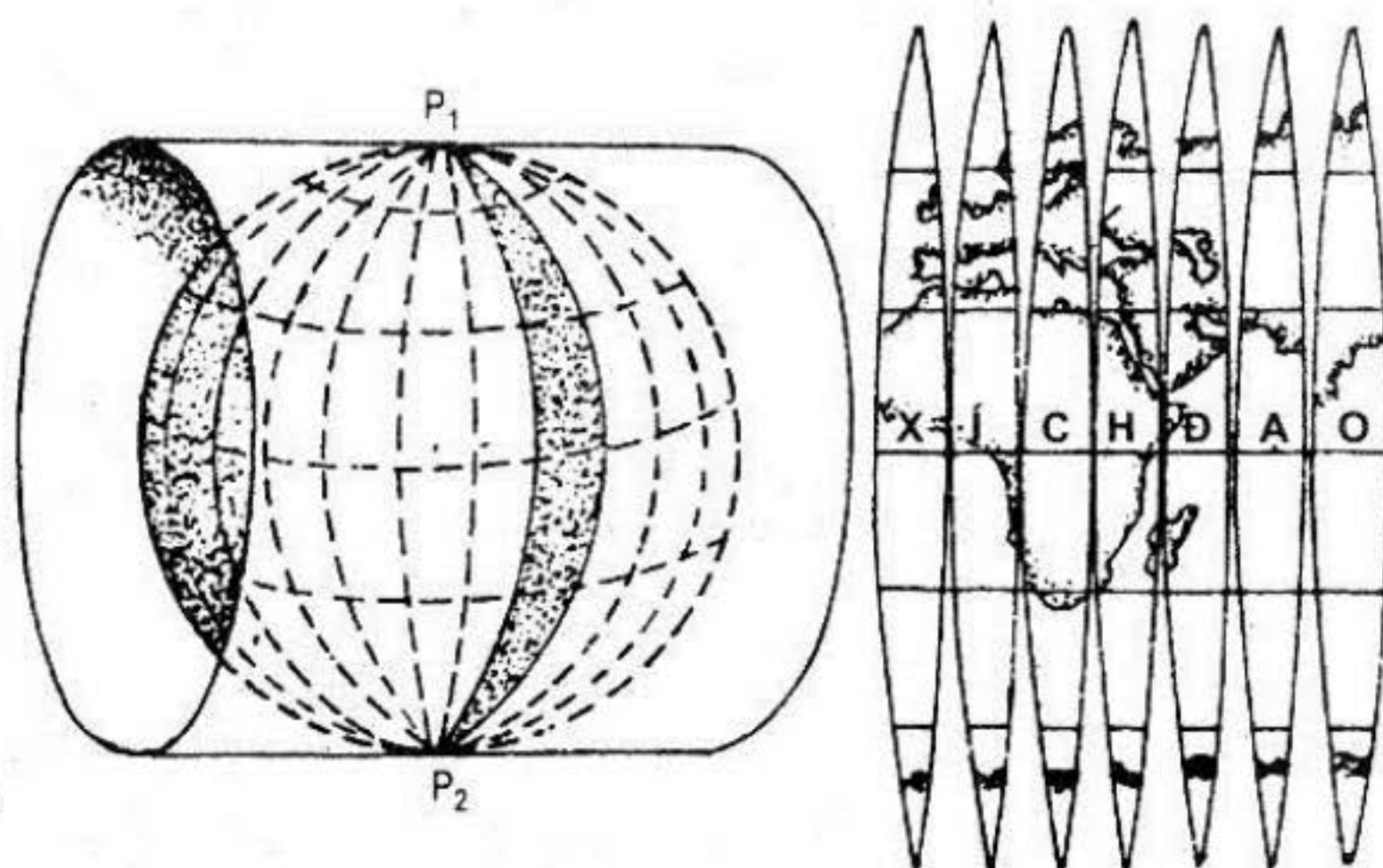
Bản đồ địa hình là sự biểu thị chi tiết và chính xác thực địa. Trên bản đồ địa hình, hiện tượng lồi lõm của mặt đất và tất cả các địa vật đều được phản ánh một cách chi tiết đến mức độ có thể căn cứ vào chúng mà hình dung ra một thực địa sống động với mọi chi tiết cần có. Chúng có thể được sử dụng làm người dẫn đường, cũng như để nghiên cứu kĩ lưỡng thực địa và giải quyết các nhiệm vụ công trình khác nhau.

Với một định nghĩa như vậy về bản đồ địa hình, có thể kể đến cả bản đồ tỉ lệ 1:500.000 cho vùng thực địa không có người hoặc cho các vùng có cảnh quan đơn điệu. Căn cứ vào loại bản đồ như vậy cũng như các bản đồ tỉ lệ lớn hơn, người ta có thể nghiên cứu thực địa, định hướng tốt trên đó và giải quyết nhiều nhiệm vụ khác.

Còn làm thế nào để thành lập bản đồ địa hình ư? Chính vì đòi hỏi độ chính xác cao, mà bất kỳ phép chiếu hình nào cũng đều có sai biến đáng kể.

Khi thành lập bản đồ địa hình, người ta áp dụng các phép chiếu đặc biệt, làm giảm càng nhiều càng tốt các sai biến chu vi và kích thước của các đối tượng được biểu thị trên đó. Ở Liên Xô và một số nước khác, đối với bản đồ địa hình người ta áp dụng phép chiếu hình trụ ngang cùng góc Gauss. Thực chất của phép chiếu này là ở chỗ, bề mặt Trái Đất được biểu thị không phải tức thời, mà bằng những dải riêng biệt (các múi) bề rộng là 6° theo kinh tuyến (h.23). Mỗi vùng đều được chiếu hình xuống mặt

sườn bên trong của hình trụ được thể hiện mà hình này tiếp xúc với bề mặt của Trái Đất theo kinh tuyến giữa các múi. " Khi quay" Trái Đất quanh trục, các múi sáu độ đều được chiếu hình liên tiếp cái nọ đến cái kia. Sau đó mở mặt hình trụ sang mặt phẳng. Các múi được chiếu hình biểu thị trên mặt phẳng cái nọ kề cái kia. Đồng thời chúng chỉ chạm vào một điểm, tức tại xích đạo.



Hình 2.3: Chiếu hình bản đồ địa hình.

• TỈ LỆ BẢN ĐỒ ĐƯỢC BIỂU THỊ NHƯ THẾ NÀO?

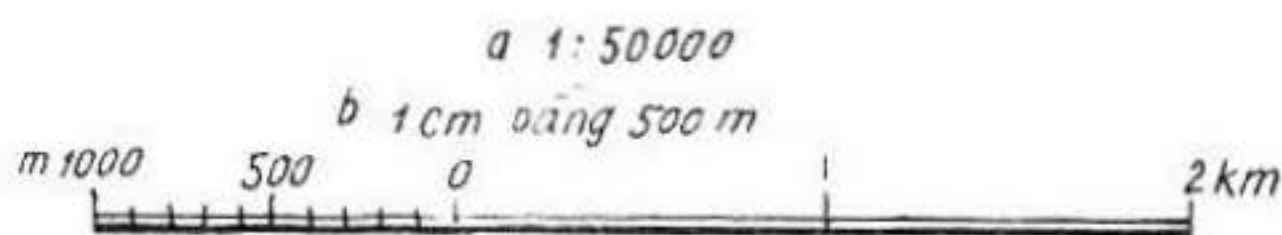
Thực địa trên bản đồ được biểu thị dưới dạng thu nhỏ. Tỷ lệ cho biết mỗi đường nét trên bản đồ bị thu nhỏ bao nhiêu lần so với số thực của nó được gọi là tỉ lệ bản đồ. Chẳng hạn, nếu 1cm trên bản đồ ứng với 1 km trên thực địa, thì tỉ lệ bản đồ sẽ bằng 1: 100.000.

Tỉ lệ biểu thị bằng quan hệ số gọi là tỉ lệ bằng số. Trị số này là hư số và không phụ thuộc vào hệ thống đo độ dài. Ví như, trên bản đồ tỉ lệ 1:000.000, đoạn dài 1 cm sẽ tương ứng với 100.000 inơ trên thực địa tương ứng trên bản đồ là 1 inơ⁽¹⁾.

Khi so sánh các tỉ lệ với nhau thì ở bản đồ nào có mẫu số nhỏ hơn, bản đồ đó sẽ lớn hơn, ngược lại, mẫu số càng lớn, tỉ lệ bản đồ càng nhỏ. Để biểu thị tỉ lệ, người ta còn sử dụng trị số bằng mét hoặc kilômét chứa trong 1 cm bản đồ.

Biết tỉ lệ có thể xác định bất kì khoảng cách nào trên bản đồ hoặc khoảng cách đã đo được trên thực địa đối chiếu lên bản đồ. Trên thực tế, khoảng cách trên bản đồ được tính nhờ thước tỷ lệ thẳng. Dùng compa đo khoảng cách trên bản đồ, đặt compa vào thước tỉ lệ thẳng và có thể ngay lập tức xác định được khoảng cách định đo trên thực tế là bao nhiêu.

Trên các bản đồ địa hình Liên Xô, tỉ lệ được trình bày trên mỗi bản đồ gồm cả ba dạng biểu thị (h.24)



Hình 24: Các kí hiệu tỉ lệ trên bản đồ

a- tỉ lệ (bằng) số; b- trị số của tỉ lệ; c- tỉ lệ thước

(1) Inơ (inch) : Đơn vị chiều dài Anh (ND).

Tỉ lệ thước áp dụng sớm hơn tỉ số khá lâu trước khi sử dụng hệ thống đo bằng mét. Bởi vì thời trước lưu hành nhiều hệ đo khác nhau, nên trên bản đồ cũng có nhiều loại thước tỉ lệ. Có thể lấy bản đồ Ucraina làm thí dụ. Bản đồ này được biên soạn vào thế kỷ XVII, có các thước tỉ lệ dùng cho các dặm Đức, Ba Lan, Italia và hệ Vecxtơ của Nga.

BÀI TOÁN : tỉ lệ bản đồ là 1: 50.000. Cần chia mẫu số của phân số cho số nào để biết được độ dài của một đoạn trên thực địa ứng với 1 cm trên bản đồ.

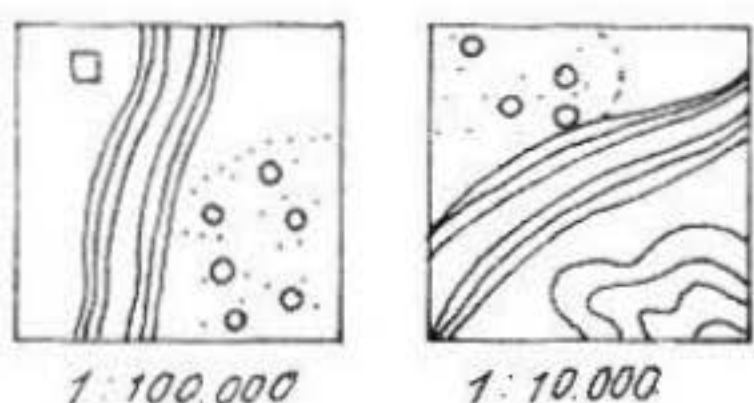
Thường thì các khoảng cách trên thực địa đều tính bằng mét, như mọi người đều biết, bằng 100 cm. Có nghĩa là mẫu số cần chia cho 100 ($50.000 : 100 = 500$ m).

Để giải các bài toán như vậy cần nhớ một quy tắc: nếu tại mẫu số của tỉ lệ mà hai số không cuối cùng, thì số còn lại sẽ cho biết 1 cm trên bản đồ tương ứng với bao nhiêu mét trên thực địa.

BÀI TOÁN : Bản đồ nào lớn hơn, và lớn hơn bao nhiêu lần nếu tỉ lệ một tờ bằng 1:50.000, còn của tờ kia bằng 1:100.000?

Như mọi người đã biết, tỉ lệ được biểu thị dưới dạng phân số mà tử số bằng 1, còn mẫu số là số chỉ mọi đường nét trên bản đồ nhỏ thua trên thực địa bao nhiêu lần. Hai phân số mà tử số như nhau thì phân số nào có mẫu số nhỏ hơn sẽ là phân số lớn hơn. Có nghĩa là bản đồ tỉ lệ 1: 50.000 sẽ lớn hơn bản đồ tỉ lệ 1:100.000 hai lần.

Còn nếu bạn gặp một biểu thức như thế này: "1 cm trên bản đồ ứng với hơn 1 km thực địa" thì bản đồ đó sẽ lớn hơn hay nhỏ hơn bản đồ tỉ lệ 1: 100.000? Ở bản đồ tỉ lệ 1:100.000 thì 1 cm ứng đúng bằng 1 km. Như vậy bản đồ kia hẳn là nhỏ hơn rồi, bởi vì trị số 1km nằm ở mẫu số, mà mẫu số càng lớn thì tỉ lệ bản đồ càng nhỏ?



Hình 25: Trên mảnh bản đồ nào vẽ sông Vonga, còn trên mảnh nào vẽ sông nhánh của nó

BÀI TOÁN : Ở hình 25 trình bày các mảnh trích từ hai tấm bản đồ có sự thể hiện các khu vực sông. Cả hai khu vực đều nằm trên lãnh thổ của tỉnh Xaratôp. Phải xác định bản đồ nào có sông Vonga, bản đồ nào có phụ lưu của nó?

Các khu vực sông trên hai bản đồ rất giống nhau chúng đều có không chỉ hình dáng tương tự mà còn cả bề rộng bằng nhau. Song cần lưu ý đến lời chú các tỉ lệ có dưới các mảnh bản đồ. Tỉ lệ của mảnh bản đồ thứ nhất là 1:100.000, còn của mảnh thứ hai là 1:10.000. Bề rộng của sông trên bản đồ gần 0,5 cm cũng tức ứng với 500 m đối với bản đồ thứ nhất, còn đối với bản đồ thứ hai chỉ ứng với 50 m. Mọi người đều biết rằng, trên lãnh thổ tỉnh Xaratôp, bề rộng sông Vonga khoảng 500 m. Có nghĩa là, sông Vonga được thể hiện ở bản đồ thứ nhất, còn khu vực sông thể hiện trên bản đồ 1 : 10.000 là một nhánh của sông Vonga.

- **ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA TỈ LỆ VÀ ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA BẢN ĐỒ**

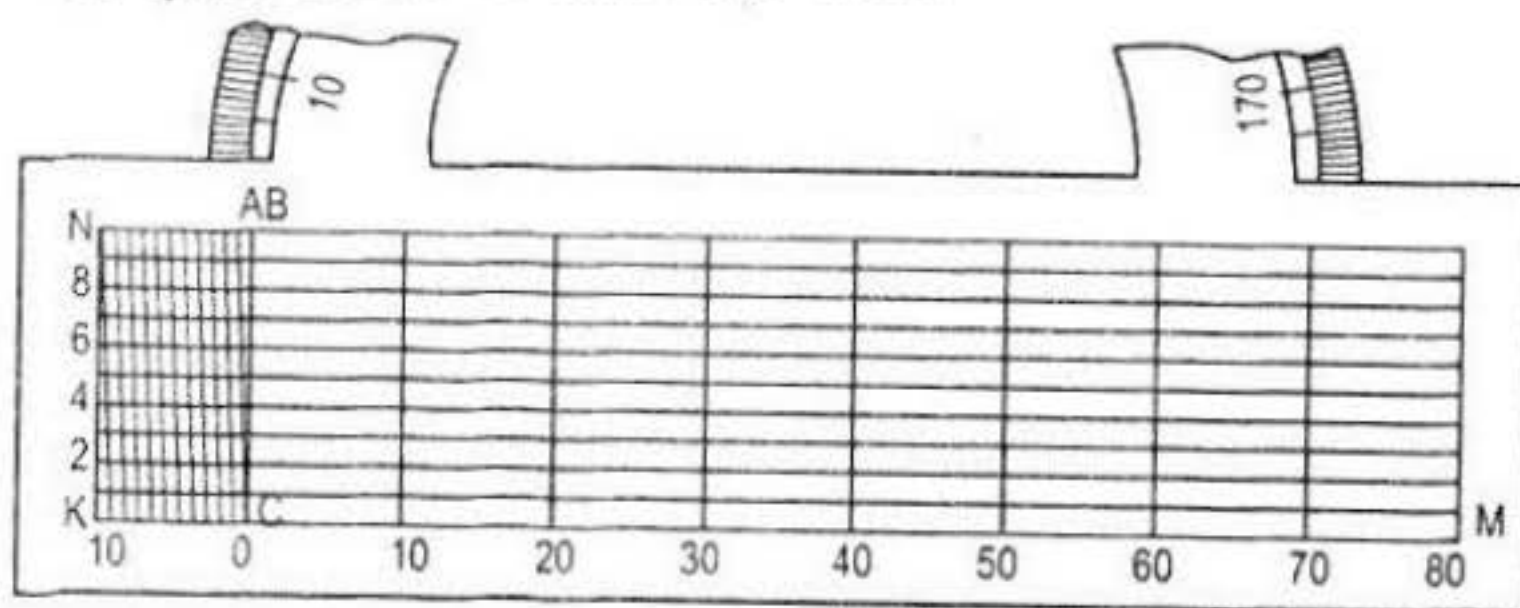
Mắt người không thể phân biệt các vạch chia rất nhỏ, còn compa, dù là đầu nhọn của nó, cũng không thể đặt hoàn toàn chính xác độ mở. Vậy thì độ chính xác đó các đoạn trên bản đồ dừng lại ở giới hạn nào? Thường là trong địa hình học, giới hạn như vậy được gọi là độ chính xác đồ giải giới hạn và lấy bằng 0,1 mm.

Khoảng cách trên thực địa ứng với 0,1 mm trên bản đồ tỉ lệ nào đó là độ chính xác giới hạn của tỉ lệ bản đồ. Trị số của độ chính xác giới hạn chẳng hạn, đối với bản đồ tỉ lệ 1: 25.000 sẽ tương ứng với 2,5 m, còn đối với bản đồ 1 :100000 tương ứng với 10 m.

Độ chính xác đồ giải giới hạn chỉ có thể là thực tế đối với những công trình chính xác đặc biệt. Chúng ta biết rằng, khi nhiệt độ dao động trong phạm vi 10°C , độ dài của thước đồng 50 centimet sẽ thay đổi chừng 0,1 mm. Nếu thêm vào đây các sai số vạch chia, sai số trùng lặp của các chân compa, v.v., thì rõ ràng không thể duy trì được độ chính xác giới hạn 0,1 mm. Trên thực tế, độ chính xác xây dựng đồ giải và đo đạc trên bản đồ bằng 0,2 mm. Song con số này cũng có điều kiện. Chấp nhận nó làm độ chính xác xây dựng đồ giải là có ngụ ý rằng, trong các phạm vi này dùng compa và thước tỉ lệ ngang chúng ta có thể vạch trên giấy các điểm, kẻ và đo các đường.

Thước tỉ lệ ngang, hiện nay so với các loại khác hiện có, là chính xác nhất. Nó được áp dụng rộng rãi trong các

công việc đòi hỏi sự đo đạc chính xác. Thước tỉ lệ ngang thường được khắc trên các thước thép. Hình 26 trình bày một cái thước đo độ kèm theo thước tỉ lệ ngang mà chúng ta quen thuộc từ thời học sinh.



Hình 26: Tỉ lệ ngang trên thước đo độ.

Thước tỉ lệ ngang được xây dựng như sau. Trên đường thẳng MK ta đặt một số đoạn thẳng có độ dài 1cm. Đoạn này được gọi là đáy của thước tỉ lệ. Từ đầu của mỗi đoạn hạ các đường vuông góc. Trên các đường vuông góc ngoài cùng đặt 10 phần bằng nhau và qua các điểm cắt ta vạch các đường thẳng nằm ngang. Các đoạn centimet đầu tiên kể từ bên trái theo các đường bên trên và bên dưới cũng được chia làm 10 phần bằng nhau và nối tất cả các điểm chia lại với nhau như đã trình bày ở hình vẽ. Kết quả là các đoạn theo đường nằm ngang sẽ khác nhau một trị số 0,1mm. Điều đó dễ dàng chứng minh.

Trong $\triangle ABC$, cạnh AB bằng 1mm. Song song với cạnh này ta vạch 9 đường thẳng, các đường này tạo thành các tam giác đồng dạng. Do sự đồng dạng của các hình tam

giác, mà các cạnh song song với các cạnh AB sẽ giảm nhỏ đi bằng 0,1mm.

Bạn đọc tinh ý có thể phát hiện ở đây sự mâu thuẫn. Tại sao độ chính xác cao như vậy $\pm 0,1\text{mm}$, chính vì độ chính xác xây dựng đồ giải bằng 0,2mm. Hoàn toàn đúng đắn.

Các nhà địa hình trong công việc của mình thường sử dụng các thước tỉ lệ ngang, trong đó đáy lớn hơn 2 lần, tức 2cm. Trên thước tỉ lệ như vậy, đoạn nhỏ nhất bằng 0,2mm, tức sẽ tương ứng với trị số độ chính xác đồ giải mà với độ chính xác này có thể lấy khoảng cách trên bản đồ. Nhưng phải chăng là với độ chính xác như vậy sẽ xác định được khoảng cách thực theo bản đồ giữa hai điểm bất kể nào đó. Để trả lời câu hỏi này, chúng ta cần làm quen với các yêu cầu về độ chính xác triển các địa vật trên bản đồ. Các địa vật khác nhau được trình bày trên bản đồ với độ chính xác khác nhau. Các điểm trắc địa cũng như một số điểm định hướng nhô cao (chòi, ống khói nhà máy, tháp chuông nhà thờ), tức các điểm làm thành sườn (bộ khung) bản đồ, đều được triển với độ chính xác đồ giải giới hạn. Các địa vật được biểu thị rõ ràng và các chi tiết địa hình với sai số $\pm 0,5\text{mm}$, còn các đối tượng có ranh giới không rõ ràng, đều được trình bày trên bản đồ với độ chính xác đang còn nhỏ. Nhưng không nên chú ý loại này khi đánh giá độ chính xác bản đồ, bởi vì cả trên thực địa chúng cũng đều có vị trí không xác định. Chẳng hạn, hãy thử xác định trên thực địa, thí dụ một ranh giới chính xác giữa đụn cát và đầm lầy. Trong đa số trường hợp các bản

không làm được điều đó. Do đó độ chính xác bản đồ nên đánh giá theo độ chính xác của các yếu tố thực địa rõ ràng biểu thị trên bản đồ là 0.5mm. Sai số được phép giới hạn về vị trí các đối tượng trên bản đồ bằng trị số gấp đôi lên, tức 1mm.

• BẢN ĐỒ HOẶC BÌNH ĐỒ

Bình đồ cũng như bản đồ là sự thể hiện Trái Đất lên tờ giấy phẳng. Bình đồ khác bản đồ ở chỗ nào? Là một điều là cho đến nay vẫn có những sự giải thích khác nhau về một vấn đề mà tưởng như là đơn giản. Thường người ta xem bình đồ là sự thể hiện thực địa trong đó vẫn giữ được sự đồng dạng hoàn toàn của tất cả các địa vật. Còn bản đồ khác bình đồ là có sự sai biến về vị trí địa vật. Chẳng hạn, định nghĩa của một cuốn sách giáo khoa về địa hình học như sau:

"Điểm khác nhau chủ yếu giữa bản đồ và bình đồ là ở chỗ, bình đồ là sự biểu thị một khu vực nhỏ của Trái Đất trong đó bỏ qua tỉ suất cong của trái đất. Tỉ lệ bình đồ không được vượt quá 10000 và được duy trì theo tất cả các hướng".

Theo các nguồn khác, định nghĩa bình đồ người ta sử dụng khái niệm kích thước khu vực biểu thị, ví như, "sự biểu thị chi tiết các khu vực không lớn bề mặt Trái Đất (không qua 20km bề rộng và bề dài) được gọi là bình đồ. Biểu thị các không gian rộng lớn hơn thì gọi là bản đồ".

Ta thử nghiên cứu xem bình đồ khác bản đồ ở chỗ nào.

Trái Đất là một mặt cầu. Đã là mặt cầu thì không thể biểu diễn trên mặt phẳng mà vẫn giữ được sự đồng dạng hoàn toàn của các địa vật. Do đó, nghiêm túc mà nói, không một khu vực nào của bề mặt thủy chuẩn Trái Đất lại là mặt phẳng. Tất nhiên, đó là về mặt lý thuyết, với điều kiện là tất cả các công việc đo đạc trên thực địa và các công việc can vẽ trên giấy đều được tiến hành với độ chính xác vô điều kiện.

Song trên thực tế khi biên soạn bản đồ, người ta lại thừa nhận các sai số được phép nhất định (các hạn sai) khi triển các địa vật. Ngoài ra, trên bản đồ và bình đồ thực địa được biểu thị với sự thu nhỏ rất nhiều các đường nét, và do đó kích thước sai biến sẽ bị thu nhỏ theo một số lần tương ứng.

Khi xác định khoảng cách trên bản đồ thì tỉ lệ bản đồ càng nhỏ, sai số càng lớn. Nếu lấy trị số 0,1mm là giới hạn mà việc đo đạc không thể tiến hành chính xác hơn thế, thì đối với bản đồ tỉ lệ 1:10.000 trị số này sẽ tương ứng với 1m, còn đối với bản đồ tỉ lệ 1:100.000 tương ứng với 10m. Từ hệ thức toán học đơn giản này có thể rút ra kết luận rằng, với tỉ lệ giảm thiểu có thể thừa nhận một bộ phận khá lớn của mặt thủy chuẩn là mặt phẳng.

Các tính toán chỉ ra rằng, trên một mảnh bản đồ địa hình bất kỳ, thậm chí nếu nó ở ngoài rìa của núi, sai số đổi từ mặt lồi của Trái Đất sang mặt phẳng vượt không quá 0,5mm. Trị số như vậy sẽ nhỏ thua hai lần hạn sai về vị trí địa vật trên bản đồ. Điều đó còn có nghĩa là trên bản đồ địa hình, cũng như các bình đồ, mọi công việc đều có thể tiến hành tưởng như là không có một sai số nào do tỉ suất cong của Trái Đất.

Bình đồ về thực chất là một dạng khác của bản đồ địa hình và khác với chúng ở chỗ, bình đồ được in thành những tờ riêng biệt không theo tiêu chuẩn và có một số đặc điểm về hình thức và nội dung. Trên một số bình đồ, các địa vật riêng biệt đều được biểu thị bằng các ký hiệu đặc thù, trên các bản đồ khác thì chỉ có phần địa vật, còn địa hình lại thiếu. Còn về tỉ lệ xây dựng bình đồ thì khó mà xác định được giới hạn nhất định. Thông thường hơn cả bình đồ có tỉ lệ lớn hơn 1:25000 và thành lập cho một đối tượng thực địa cụ thể nào đó: các điểm dân cư, khu vực sông ngòi, dải rừng, sân bay, công trường xây dựng, v.v.

BẢN ĐỒ CHỨA ĐỰNG NHỮNG GÌ

"Bản đồ quan trọng hơn lời văn, bởi vì nó diễn đạt trong sáng hơn, trực quan hơn và đáng yêu hơn bài văn hay nhất".

P.P.XEMENÔP - TIANSANXKI

• SAI SỐ TRÊN BẢN ĐỒ

Việc thành lập bản đồ thế giới đã trải qua một chặng đường khó khăn. Mỗi đường nét, mỗi điểm trên bản đồ đều là kết quả lao động nhiều năm của những người thám hiểm, của những nhà du lịch dũng cảm và của những nhà nghiên cứu nghiêm túc. Nhưng đôi khi các nhà biên soạn chạy theo tiếng tăm đã đi vào hướng không đúng và trình bày trên bản đồ cái không có và không thể có trong thực tế. Thật là tổn kém biết bao!

Lịch sử biết không ít những trường hợp mà bản đồ không đúng dẫn đến hậu quả chết người. Nhà hàng hải Nga vĩ đại Bering đã hi sinh cuộc đời vì tin vào một bản đồ biên soạn sai lầm. Chuyện xảy ra là Ludôvic Đêlin, thành viên của đoàn thám hiểm của ông đã trình bày tờ bản đồ đo

em ông là Giliôm biên soạn, trong đó đã thể hiện một "mũi đất Gamma" không có thực trên đoạn đường từ Camsatca đến phía nam. Và mặc dù thượng viện đã chỉ dẫn hoàn toàn chính xác tuyến đi của đoàn thám hiểm, Bering vẫn thay đổi đường đi nhằm tìm kiếm một vùng đất tưởng tượng. Tất nhiên, ông đã không tìm thấy một "mũi đất Gamma" nào đó, và đã để phí phạm mất ba tuần lễ quý giá. Và Bering đã không đủ thời gian hoàn thành chuyến thám hiểm. Lúc quay trở về thì bất đầu có gió heo may, lương thực cạn dần và thủy thủ hoàn toàn bất lực. Con tàu hầu như không người điều khiển đâm vào một hòn đảo trong quần đảo Alêut. Tại đây, vào một ngày đông cực chẳng đã, nhà hàng hải vĩ đại đã từ giã cuộc đời.

- "Máu cứ sôi lên trong tôi mỗi khi tôi nhớ lại một sự lừa dối bất lương đã dẫn đến tin tưởng vào tấm bản đồ không đúng này" - một trong những người giúp việc của Berinh là X.Vacxen đã kể lại như vậy.

Các nhà thám hiểm Nga cho rằng việc đưa vào bản đồ các đối tượng không có thực là một sự cực kỳ vô liêm sỉ. Trước thời đại chúng ta, đoàn địa hình quân sự (Nga) đã có một truyền thống quý báu biểu thị bằng câu: "Tôi không nhìn thấy thì tôi không vẽ". Các bản đồ Nga cũ và các bản đồ Xô viết đã nổi tiếng về chất lượng cao ở cả nước ngoài. Bản đồ địa hình nổi bật ở độ chính xác cao đặc biệt là tính chất cụ thể. Chính trên bản đồ địa hình mới thấy được các chi tiết nhỏ nhất của thực địa!

Bản đồ địa hình rất chi tiết. Nó cho chúng ta biết không chỉ là thực địa nào trải ra trước mắt chúng ta mà còn chỉ

cho chúng ta biết sử dụng tốt nhất thực địa ấy vào mục đích khác nhau. Nhưng đôi khi cũng có hiện tượng như sau. Nhìn một địa vật mới trên bản đồ và không làm sao hiểu được tại sao nhà địa hình không trình bày trên bản đồ tất cả những cái có trên thực địa. Và trên thực tế, ở bất kỳ mảnh bản đồ địa hình nào cũng phát hiện ra sự không phù hợp nào đó với thực địa, đôi khi là rất quan trọng.

Vấn đề là ở chỗ, không chỉ trước đây mà bây giờ bản đồ vẫn đang trải qua một con đường dài để hoàn thiện. Thậm chí một mảnh bản đồ vừa rời khỏi máy in đã bị cũ đi chút ít và những yếu tố riêng biệt thể hiện đó sẽ không phù hợp với thực địa. Song đó là sai lầm loại khác. Chúng đều tuân theo quy luật, bởi vì mọi vật trong tự nhiên đều biến động.

Người ta nhận xét đúng rằng, những thay đổi xảy ra tương đối không lâu có thể dễ dàng phát hiện: trên thực địa luôn luôn tồn tại những dấu vết của địa hình cũ. Tất cả những ai thường xuyên phải sử dụng bản đồ cũ luôn luôn có thể xác định nguyên nhân không phù hợp và ở những chỗ cần thiết thì phải hiệu chỉnh bản đồ.

BÀI TOÁN : Năm 1967, người ta sản xuất bản đồ mới của miền Craxnôia. Trong 10 năm miền này đã được đổi mới. Người ta đã xây dựng các thành phố và làng mạc mới, các trạm thủy điện, xây dựng các đường ô tô và đường sắt. Các nhà bản đồ đã học thuộc tất cả các thay đổi này và lập một bản đồ hiện đại tốt. Nhưng tại sao chúng lại thể hiện các hình neo xanh da trời ở các xóm Uxti Erba,

Novoxelovo, Xaragas? Thực ra, chúng cách vùng nước 15-20km. Neo có nghĩa là "hải cảng bến tàu". Có những hải cảng nào trên đại lục? Sai lắm chăng?

Không, mọi thứ đều đúng. Các nhà bản đồ học dự kiến đặt neo ở xa bờ: sắp đến đó, biển Craxnôia phải chia nước và sông Enixây réo vang tại các bến xây dựng trước.

Các nhà địa hình luôn cố gắng không để cho bản đồ bị cũ nhanh. Trong thời gian đo vẽ, họ triển vẽ cả các đối tượng mới bắt đầu xây dựng. Những đối tượng đang được xây dựng thường được biểu thị bằng các kí hiệu thông thường, nhưng có gián đoạn ở các đường nét cơ bản.

BÀI TOÁN : Một tấm bản đồ cũ không phản ánh rõ ràng thực địa. Căn cứ vào bản đồ khó mà định hướng; không thể sử dụng nó để giải quyết một số nhiệm vụ nghiên cứu địa hình. Dễ dàng thấy rằng những bản đồ cũ ấy bất lợi và muốn lưu giữ cũng khó. Phải chăng là như vậy?

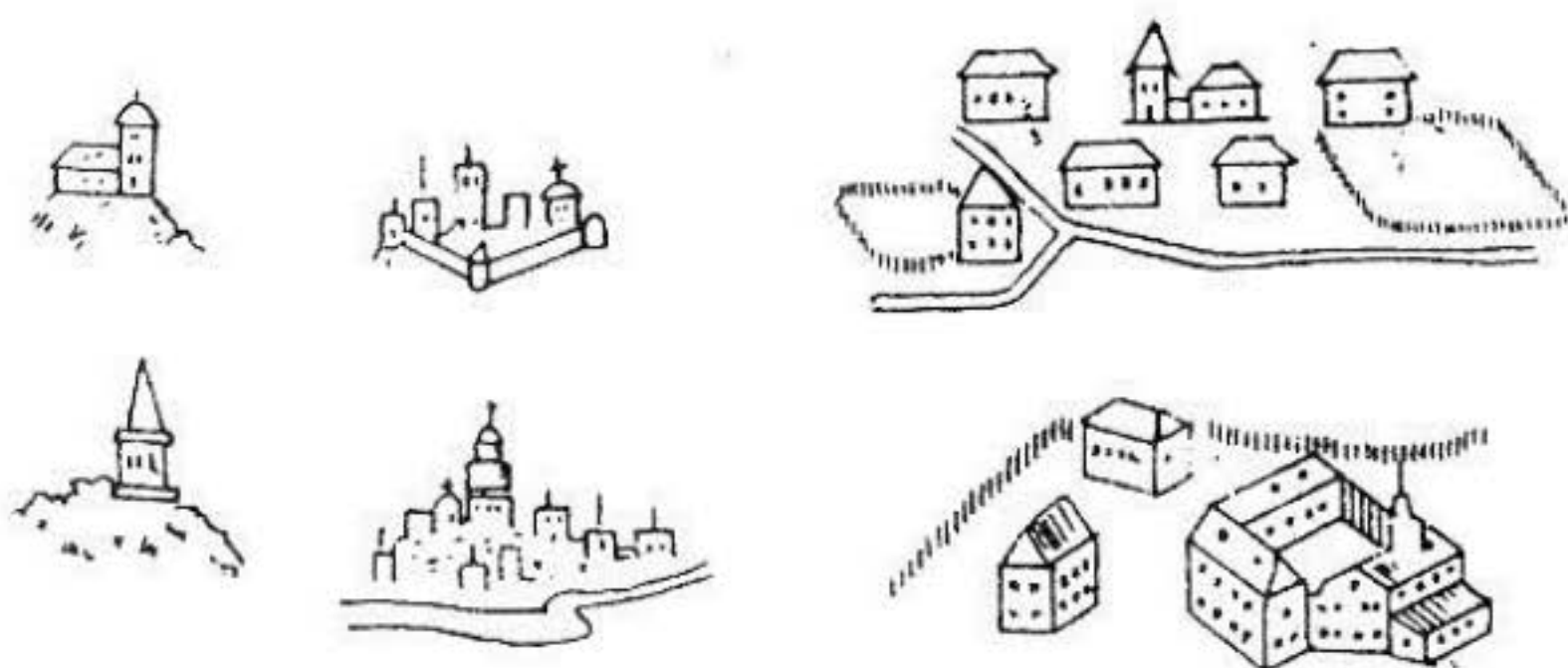
Không thể nhất trí điều ấy. Bản đồ là người chứng kiến lịch sử. Tất cả những cái gì là lớn được xây dựng bởi con người và tạo ra bởi tự nhiên vào lúc thành lập bản đồ, tất cả đều được phản ánh lên bản đồ giống như chụp ảnh.

Bản đồ - đó là một tấm ảnh chụp, ghi lại giây phút của cuộc sống Trái Đất. Hàng chục hàng trăm năm đều đã đi qua. Người ta đặt lên bàn trước các nhà bác học lịch sử những mảnh bản đồ đã vàng khè và nó sẽ còn kể nhiều điều khác nữa. Căn cứ vào bản đồ cũ, rõ ràng rằng bây giờ không có thành phố nào, chỉ có cái trước kia vẫn ở chỗ mà bây giờ người ta bố trí các tuyến đường sắt và đường ô tô, nơi nổi lên các biển nhân tạo, v.v.

• TỪ HÌNH VẼ ĐẾN KÝ HIỆU

Các ký hiệu, giống như bản đồ, đã trải qua một thời kỳ phát triển lâu dài. Việc biểu thị các địa vật trên bản đồ các thời đại trước đây đều có tính chất tranh vẽ. Mỗi địa vật đều được chuyển thể sang dạng tranh vẽ dễ hiểu mà không cần giải thích. Thành phố, núi non, sông suối, lâu đài, thành lũy, v.v. đều được biểu thị dưới dạng phối cảnh giống như nhìn thấy tự nhiên. Sông, hồ, đường sá thì được trình bày theo phép chiếu hình nằm ngang.

Tranh vẽ phối cảnh của các ký hiệu điểm dân cư, núi non, rừng hoàn toàn theo quy định của các bản đồ cổ. Các bản đồ này trong nhiều trường hợp được biên soạn theo sự mô tả, đôi khi chủ yếu là lấy tư liệu đo đạc thô sơ, chẳng hạn, các kết quả đo vẽ tiến hành bằng địa bàn và bánh xe đo. Không thể biểu thị chính xác lên bản đồ các đối tượng thực địa. Vả lại, việc sử dụng bản đồ khi đó cũng không có những đòi hỏi đặc biệt. Đương nhiên hình vẽ bức tranh của bản đồ thường là dễ hiểu, không cần lời giải thích gì đặc biệt cả và nội dung bản đồ thì đáp ứng yêu cầu. Ta dễ dàng xác nhận điều đó khi nhìn vào hình 27, ở đây cho ta thí dụ về biểu thị các công trình cụ thể và các điểm dân cư. Nếu để ý bạn sẽ thấy rằng, mỗi sự thể hiện đều truyền đạt bản sắc riêng của mình. Nhìn vào bản đồ với các ký hiệu như vậy, chúng ta có thể không chỉ nhận biết trên đó các điểm dân cư, mà còn cung cấp cho chúng ta đặc điểm khá cụ thể của đối tượng.



Hình 27 : Biểu thị các công trình và các điểm dân cư trên bản đồ cổ.

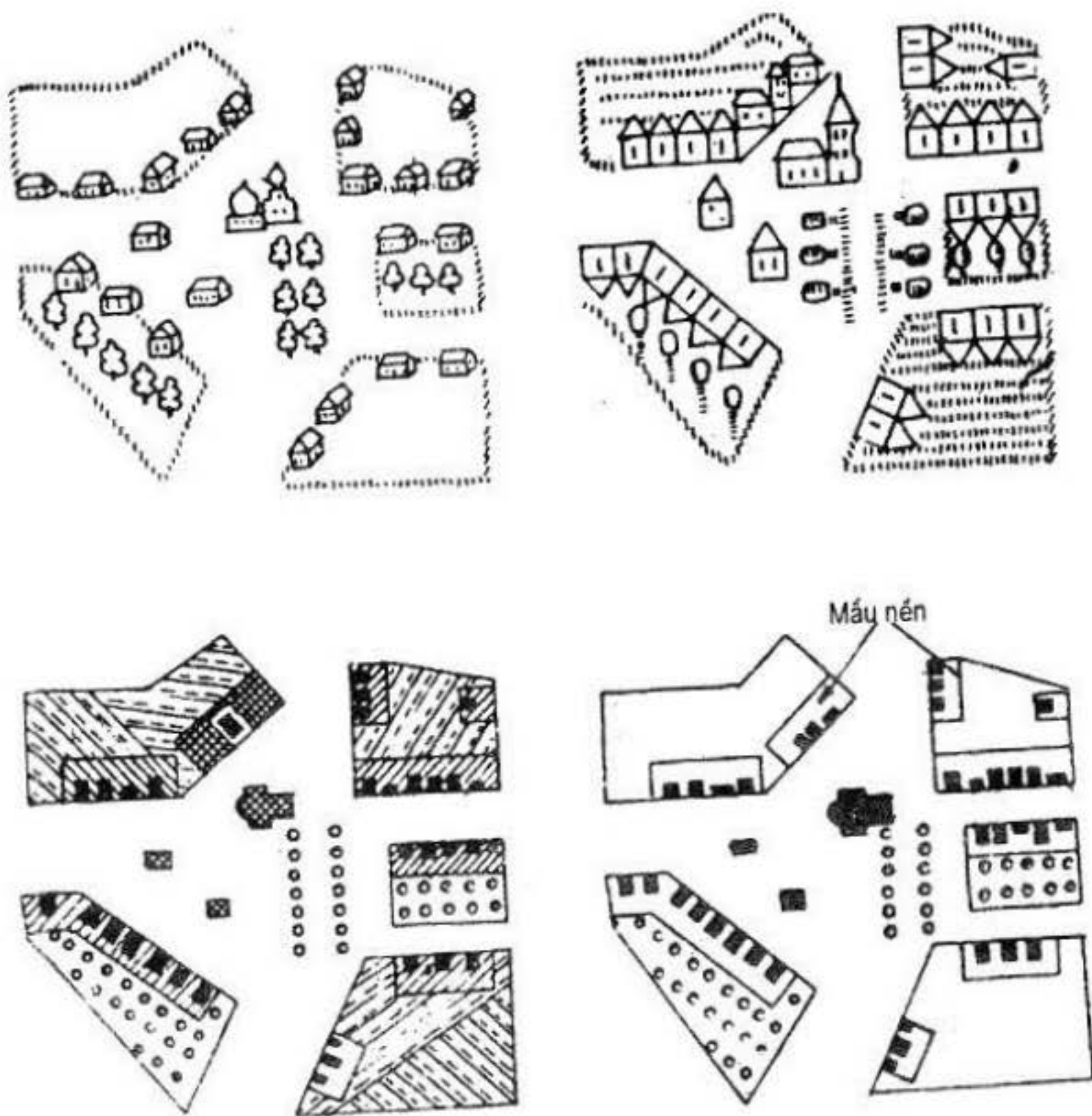
Dễ dàng, giản dị và trực quan, đó là những ưu điểm rõ ràng của phương pháp tranh vẽ trình bày thực địa trên bản đồ. Và khi bản đồ không đòi hỏi độ chính xác đo đạc cao, phương pháp vẽ tranh phối cảnh vẫn được áp dụng đến tận bây giờ. Hầu như trên tất cả các bản đồ du lịch đều có thể gặp sự thể hiện bằng tranh vẽ các điểm dân cư, rừng, tượng đài và các đối tượng khác. Đặc biệt các bình đồ thành phố hay dùng cách thể hiện này, trong đó các đối tượng nổi tiếng được trình bày bằng tranh vẽ giống như bề ngoài của chúng. Một mẫu trình bày ở h.28 thể hiện một phần bình đồ Maxcova với sự thể hiện phối cảnh các toà nhà lịch sử và các tượng đài nổi tiếng.

Cùng với việc mở rộng hiểu biết bề mặt Trái Đất, cùng với sự phát triển của quân sự đã xuất hiện sự cần thiết phản ánh trên bản đồ các phạm vi rộng rãi hơn của đối tượng. Với các điều kiện này khó mà giữ được trên bản đồ thuộc tính cá biệt của mỗi địa vật và để phân tích tự



Hình 28: Điện Cremlin trên bình đồ Maxcova.

do hơn về cách thể hiện thực địa đòi hỏi phải vận dụng ký hiệu chung cho các đối tượng cùng chủng loại. Các tranh vẽ thô sơ cùng với cách thể hiện bằng tranh dần dần được thay thế bằng các phép chiếu hình nằm ngang các đối tượng và sau đó bằng các ký hiệu.



Hình 29: Quá trình hoàn thiện ký hiệu các điểm dân cư.

Có thể theo dõi sự phát triển của ký hiệu trong thí dụ về biểu thị bằng bản đồ các điểm dân cư (h.29). Chúng ta thấy phương pháp biểu thị phối cảnh bằng làng mạc trên bản đồ cũ dần dần bị thay thế, chuyển sang dạng bình đồ và trên các bản đồ hiện đại đã có dạng một bức vẽ rõ ràng và nhiều màu sắc.

• BẢNG CHỮ CÁI CỦA BẢN ĐỒ

Tất cả các địa vật triển lên bản đồ đều được nhà bản đồ địa hình vẽ bằng các dấu hiệu quy ước (ký hiệu).

Các ký hiệu, đó là bảng chữ cái của bản đồ. Không biết ký hiệu không đọc được bản đồ, cũng như không thể đọc sách nếu không biết chữ. Nhờ có ký hiệu trên bản đồ mà người ta có được bức tranh thực địa xác thực. Ký hiệu đồ giải là cơ sở của nội dung bản đồ. Người ta cũng dùng ký hiệu bằng chữ và bằng số để bổ xung các đặc điểm định lượng của đối tượng được biểu thị.

Màu sắc cũng có quan hệ đến thuộc tính mô tả của ký hiệu. Màu sắc làm cho bản đồ thêm tính trực quan và làm cho nội dung bản đồ thêm phong phú. Màu sắc dùng cho một số ký hiệu tương ứng với màu của các đối tượng thể hiện. Dải rừng, bụi cây, vườn tược và công viên biểu thị bằng màu xanh lá cây; biển, sông hồ, giếng, nguồn nước, đầm lầy bằng màu xanh da trời; các yếu tố địa hình bằng màu nâu. Đó là những màu sắc truyền thống được áp dụng trên các bản đồ của toàn thế giới. Các màu khác như màu vàng, da cam, màu đỏ thì ít phổ biến hơn.

Phần lớn các ký hiệu đồ giải về dáng dấp đều giống bề ngoài của các địa vật được mô tả nên ta dễ dàng nhận biết. Mặc dù các ký hiệu thường xuyên được hoàn thiện, nhưng không có thay đổi căn bản về dáng dấp và hình thức. Hơn nữa ở nhiều nước hiện nay người ta áp dụng các ký hiệu như nhau. Điều đó có nghĩa là "bộ chữ cái" bản đồ mang tính quốc tế. Nên nếu bạn học thuộc cách

đọc bản đồ Liên Xô thì cũng nhanh chóng sử dụng được bản đồ của mọi nước trên thế giới.

Có thể xác định tính ổn định của các ký hiệu từ ví dụ sau đây. Trên bản đồ cũ trước cách mạng Tháng Mười, đường sắt được biểu thị bằng đường nét đậm. Sau đó ký hiệu này có dạng nét đôi với sự vờn bóng đứt đoạn. Nhưng từ năm 1963 đường sắt trên bản đồ địa hình lại được biểu thị bằng đường nét đậm đơn. Cũng có tình hình đúng như vậy cả đối với các ký hiệu ngọn đồi, bờ vực, hố sâu. Trước đây chúng được biểu thị bằng nét vạch, sau đó bằng răng cưa, bây giờ lại là những nét vạch.

BÀI TOÁN : Tại sao ký hiệu cây đứng độc lập, động cơ gió, cây xăng và một số địa vật khác lại có ở đáy gạch ngang hướng về bên phải? Có thể là người ta quy ước đơn giản như vậy chăng? Không phải vô cớ mà có quy ước đâu! Hoặc giả bởi vì vạch nét về bên phải thì thuận tay hơn?

Không, không hoàn toàn như vậy. Đường như là nét vạch ngang đó có lịch sử của nó. Một thời nào đó, để cho bản đồ được trực quan người ta đã vờn bóng các ký hiệu. Việc vờn bóng được thực hiện theo cách thức nhất định, đồng thời chú ý độ sáng của thực địa từ phía tây bắc đến phía đông nam. Trên bản đồ địa hình, phía bắc nằm bên trên, còn phía tây nằm bên trái do đó các địa vật biểu thị được chiếu sáng từ phía trên và sang bên trái. Với sự đánh sáng quy ước như vậy các cạnh địa vật nằm trong bóng tối đều được thể hiện bằng độ đậm đường nét của chúng. Ở các địa vật nhô cao, cạnh phải và cạnh dưới đều được



Hình 30: đánh bóng các ký hiệu.

vờn bóng. Các đối tượng có bề sâu như sông, ao, hồ thì vờn bóng bằng cách tô đậm các bờ trái và phía trên (h.30).

Thế còn vờn bóng các ký hiệu ngoài tỷ lệ mà ở đó có độc một đường thẳng đứng thì làm thế nào? Muốn vậy thì quy ước ngay là vạch ở chân một vạch ngang nhỏ về bên phải là vạch tuồng như là thể hiện bóng của đối tượng.

Phương pháp vờn bóng các ký hiệu trên các bản đồ hiện đại đã không dùng nữa. Người ta cải tiến cho bản đồ dễ đọc theo hướng hoàn thiện màu sắc và in ấn. Nhưng một số chữ viết riêng lẻ, cụ thể là vạch ngang ở hàng loạt ký hiệu vẫn được bảo lưu từ phương pháp này và áp dụng đến ngày nay.

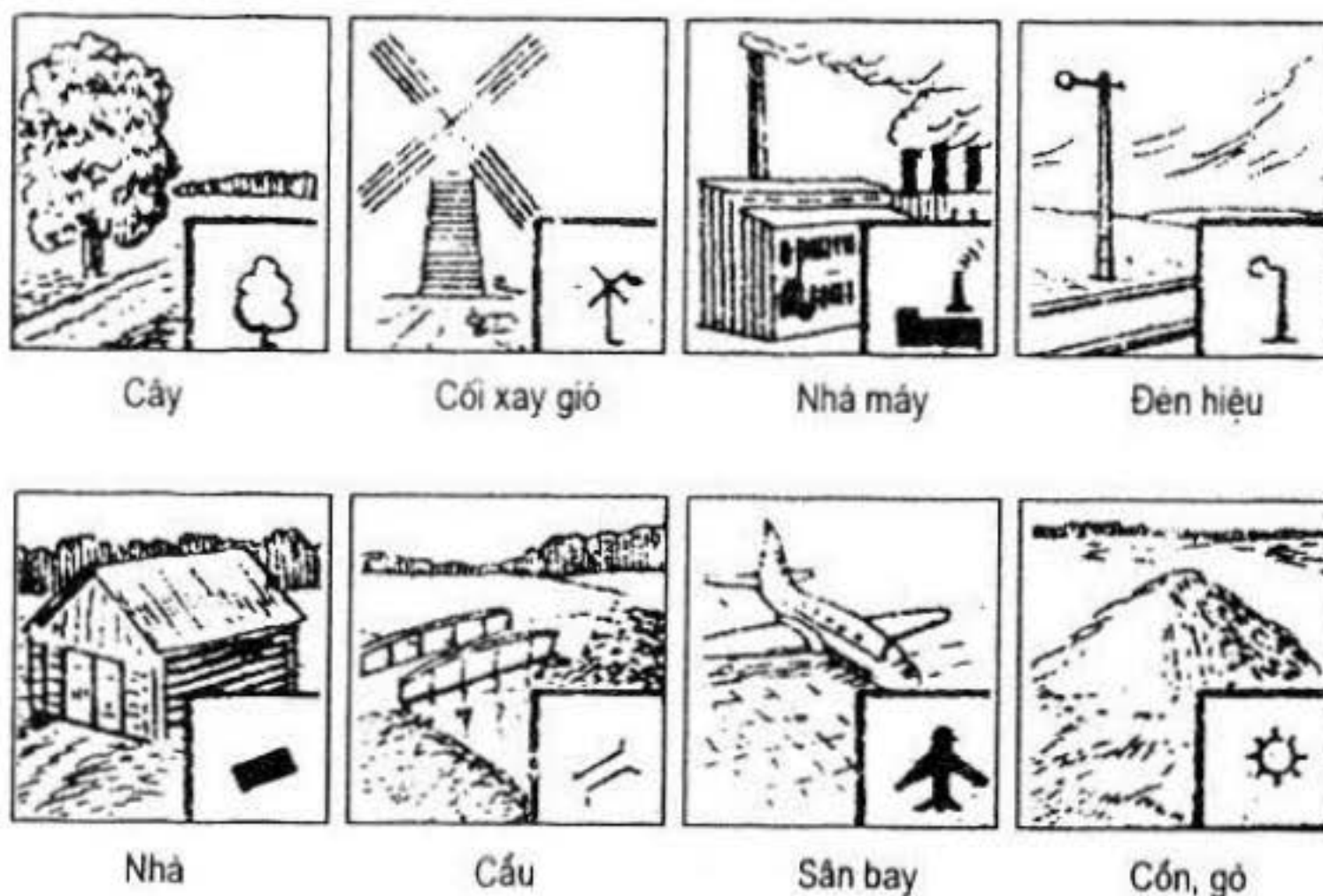
• KÝ HIỆU BẢN ĐỒ PHẢI NHƯ THẾ NÀO ?

Nghiên cứu các ký hiệu đó, là một trong những nhiệm vụ quan trọng và phức tạp của thực tiễn ngành bản đồ. Lựa chọn tốt ký hiệu bảo đảm cho bản đồ dễ đọc. Ký hiệu có ảnh hưởng đến nội dung bản đồ. Chúng làm cho các đặc điểm của địa vật được rõ nét trên bản đồ. Tóm lại, chất lượng ký hiệu đóng vai trò quan trọng trong việc tăng giá trị của bản đồ.

Đối với các ký hiệu của bản đồ lúc nào người ta cũng có những đòi hỏi nghiêm túc. Chẳng hạn, ở một trong những cuốn sách giáo khoa cổ về địa hình đã đề cập như sau: "Để cho bản đồ dễ đọc cần: 1.không nên nhiều ký hiệu, vì còn cần thuộc lòng ký hiệu; 2.ký hiệu cần giống địa vật cần biểu thị và phân biệt rõ ràng với nhau; 3.ký hiệu cần đơn giản, tiện cho vẽ và ghi nhớ".

Những yêu cầu này đối với ký hiệu đúng với cả bây giờ. Có thể bổ xung một số yêu cầu cơ bản nữa: ký hiệu phải đẹp, hấp dẫn và phản ánh đầy đủ và chính xác thực địa.

Như chúng ta thấy, yêu cầu không nhiều, nhưng thực hiện cũng chẳng phải dễ dàng gì. Chẳng hạn, hoàn toàn



Hình 31: Những ký hiệu gọi được vẽ dạng của đối tượng.

có thể xây dựng được những ký hiệu mà về mặt hình thức rất phù hợp với hình dáng bên ngoài của bản thân đối tượng, nhưng chúng sẽ rườm rà và khó vẽ. Rõ ràng ở đây chúng ta cần có chất "vàng mười".

Ở hình 31 trình bày các ký hiệu mà bạn có thể đọc không có khó khăn đặc biệt nào, bởi vì chúng giống bề ngoài hoặc những điểm đặc trưng của đối tượng. Muốn giảm bớt số lượng ký hiệu đồng thời bảo đảm dễ nhớ, đối với mỗi nhóm đối tượng cùng loại cần xác định một dấu hiệu điển hình chỉ đặc trưng cho đối tượng. Dấu hiệu này có dạng đơn giản, đại khái giống bề ngoài đối tượng từ trên xuống. Dạng khác của đối tượng thuộc nhóm này được triển lên bằng những biến thể hình vẽ của ký hiệu điển hình. Ví như, các dạng khác nhau của đường nhựa biểu thị bằng một ký hiệu điển hình, nhưng có thay đổi bổ xung nào đó về dáng dấp.

Để thực hiện yêu cầu về độ chính xác phản ánh thực địa, các ký hiệu cần có trong phạm vi cho phép các yếu tố ngõ hầu xác định được vị trí chính xác của bất kỳ đối tượng nào. Chúng chính là các điểm và đường nét của địa vật, các đường trục và các điểm chính của ký hiệu ngoài tỷ lệ nằm ở các vị trí nhất định của ký hiệu tùy theo hình dạng của chúng. Các ký hiệu cụ thể về ký hiệu ngoài tỷ lệ với các điểm chính xác định vị trí các địa vật, được dẫn ở h.32. Mũi tên chỉ vị trí của điểm chính.

Và sau cùng, chúng tôi có mấy yêu cầu về chất lượng ký hiệu: ký hiệu cần phải đẹp và hấp dẫn.



Hình 32: Những điểm chính của ký hiệu.

Vẽ đẹp của ký hiệu là nằm ở sự đơn giản của nó, còn vẽ hấp dẫn thì ở sự cẩn thận của đường nét vẽ. Ký hiệu trên các bản đồ gốc thanh vẽ được vẽ rất cẩn thận, chu đáo và theo cách thức nhất định. Ví như, nên vẽ ký hiệu cây cối và cây mía như thế nào. Đầu tiên người ta dựng một hình vuông hỗ trợ và vạch trên đó một đường thẳng đứng ở giữa và một đường nằm ngang ở độ cao bằng hai phần ba độ dài của cạnh hình vuông, người ta vẽ ba điểm đường kính như nhau và từ đó vẽ ba vạch mảnh: một vạch thẳng và hai vạch cong. Những vạch này tô đậm dần từ đáy hình vuông đến các điểm, xóa bỏ đường hỗ trợ của hình vuông và ký hiệu đã được vẽ xong.

Hãy chú ý rằng, các cạnh hình vuông đều có kích thước cả thấy 1,2mm và trong hình vuông nhỏ như vậy cần bố

trí hàng loạt các yếu tố theo cách thức xác định. Đây thực sự là một công việc khéo léo đòi hỏi người vẽ tài năng nghệ thuật cao.

• SỐ ĐO THỨ BA

Trong tất cả các yếu tố thực địa, vai trò địa hình là quan trọng nhất, bởi vì nó phần lớn xác định tính chất của các yếu tố còn lại. Ngoài ra địa hình còn ảnh hưởng tới khí hậu, đến chế độ nước, sự phân bố thực vật, v.v... Không làm quen với địa hình không thể hiểu mối quan hệ hai chiều giữa các yếu tố riêng biệt của cảnh quan và theo đó con người không thể sử dụng hợp lý chúng được. Thêm vào đó, địa hình lại thể hiện trên bản đồ khó hơn tất cả. Cái khó là ở chỗ cần phản ánh hình khối của địa hình, trong khi bản đồ là sự thể hiện thực địa bằng mặt phẳng.

Mọi người đều biết mặt phẳng có hai số đo: chiều dài và chiều rộng, cho phép biểu thị trên bản đồ những đường nét phẳng của đối tượng. Còn số đo thứ ba - chiều cao, là yếu tố đặc trưng đối với địa hình, không nằm trong mặt phẳng.

Trực quan nhất là biểu thị địa hình trên mặt phẳng nổi. Một trong những bản đồ nổi đầu tiên được chế tạo là bản đồ nổi vùng lãnh thổ Thụy Sĩ, tỷ lệ 1:100000. Bản đồ gốc có kích thước 2,35x3,5m được trưng bày tại triển lãm Pari năm 1900 và được tặng giải thưởng lớn.

Hiện nay có nhiều phương pháp chế tạo bản đồ nổi khác nhau. Mẫu hoàn thiện nhất ngày nay là bản đồ bằng chất dẻo trắng, trên đó địa hình được nén từ khuôn in dưới một

áp lực. Hẳn là có nhiều bạn đọc nhìn thấy loại bản đồ như vậy ở các triển lãm khác nhau. Chúng phản ánh rất trực quan thực địa được biểu thị và đang được sử dụng rộng rãi trong quá trình dạy học.

Song bản đồ nổi không thuận tiện trong quá trình sử dụng, chúng không thể in lại trên sách báo, cũng không thể cuộn lại đút vào túi. Ngoài ra, chúng cũng không tự nhiên như thoát đầu chúng ta tưởng. Vấn đề là ở chỗ, trên bản đồ nổi tỉ lệ thẳng đứng phải luôn luôn nhỏ hơn tỉ lệ nằm ngang một cách đáng kể. Muốn xác nhận điều này ta hãy tiến hành những tính toán cũng không phức tạp lắm.

Đối với phần châu Âu của Liên Xô, sai khác trung bình của độ cao tuyệt đối trên mảnh bản đồ tỉ lệ 1:100000 vào khoảng 150m, như vậy ứng với tỉ lệ bản đồ cả thấy chỉ bằng 1,5mm. Để hiểu rằng, một giá trị như vậy sẽ không thụ cảm được bằng mắt. Muốn cho cho bản đồ địa hình trực quan, cần tăng tỉ lệ thẳng đứng của nó lên ít nhất 10 lần, tức biến nó thành 1:10000. Ở tỉ lệ này, 150m ứng với 1,5cm, đủ cho việc thụ cảm địa hình bề mặt.

Rất rõ ràng rằng tỉ lệ bản đồ càng nhỏ càng đòi hỏi tăng lớn hơn tỉ lệ thẳng đứng so với tỉ lệ nằm ngang. Trên các quả cầu nổi có các sai biến đặc biệt lớn. Dùng phương tiện này có thể hình dung độc đáo về địa hình bề mặt Trái Đất.

Ngoài ra giá thành chế tạo bản đồ nổi khá đắt, nên cũng dễ hiểu là nó không được áp dụng phổ biến như bản đồ thông thường khác.

Để biểu thị địa hình trên bản đồ cần đề xuất các phương pháp đặc biệt sao cho ta có thể hình dung được ba chiều thực địa, đồng thời cho phép không chỉ tiến hành đo đạc trong mặt phẳng nằm ngang, mà cả xác định vị trí của các điểm thực địa khác nhau theo độ cao. Nên lưu ý thêm một điều kiện nữa: địa hình không được lẫn át các yếu tố khác của bản đồ.

Trong quá trình nhiều thế kỷ, người ta đã đề xuất và trên thực tế đã thử nghiệm nhiều phương pháp khác nhau để biểu thị địa hình trên bản đồ. Một số phương pháp đã lỗi thời, và đã bị thay thế bằng phương pháp hoàn thiện hơn, một số khác vẫn được áp dụng cả đến bây giờ.

Sự thể hiện đầu tiên địa hình trên bản đồ cổ là những tranh vẽ thô sơ về đồi núi. Đồi núi được thể hiện một cách khái lược: hoặc là dưới dạng mấp mô răng cưa, hoặc dưới dạng vết đen, hoặc thậm chí bằng những hình vẽ riêng lẻ. Phương pháp thể hiện địa hình như vậy phổ biến rộng rãi vào các thế kỷ XV-XVIII. Mẫu tờ bản đồ có sự thể hiện địa hình bằng tranh vẽ đồi núi được trình bày ở hình 33.



Hình 33: Biểu thị đồi núi bằng hình vẽ phối cảnh.

Trên các bản đồ thời đại trước, các đường nét mặt bằng của đối tượng dễ dàng làm sống động nhờ các hình vẽ

phối cảnh thực địa. Một số mẫu bản đồ thời bấy giờ thể hiện tài nghệ mô tả địa hình bằng tranh vẽ.

Các ký hiệu phối cảnh biểu thị tốt các dạng địa hình cơ bản, nhưng không cho khái niệm chính xác về độ cao thực địa. Kết cục, phương pháp phối cảnh địa hình đã được thay bằng phương pháp hoàn thiện hơn, nhưng sau đó nó lại xuất hiện trên các bản đồ mà người ta ưa trực quan, chứ không phải độ chính xác và chi tiết hóa việc thể hiện địa hình. Điều đó đã không phải sự lặp lại đơn giản con đường mòn đã đi. Ở đây chúng ta tiếp xúc với một thí dụ lý thú của sự phát triển, với sự lặp lại với trình độ cao nhất của cái đã từng ở trình độ thấp nhất, nhưng dưới dạng làm cho phong phú thêm.

• CÁC NÉT VẠCH PHẢN ÁNH SỰ LỖI LỖM

Phương pháp nét vạch là một tiến bộ rất quan trọng trong việc thể hiện địa hình trên bản đồ. Phương pháp này được biết đã lâu, nhưng ban đầu không được thừa nhận và hoàn thiện. Hình vẽ bằng nét vạch không phù hợp với tỉ suất cong thực tế, với độ cao tương đối của thực địa và với các dạng địa hình.

Cuối thế kỷ XVIII người ta lại nghiên cứu ra một phương pháp khoa học biểu thị địa hình bằng nét vạch. Phương pháp này dựa trên cơ sở là khi ánh sáng chiếu thẳng đứng, thì bề mặt nghiêng sẽ được chiếu sáng yếu hơn bề mặt nằm ngang. Nếu coi khoảng trắng giữa các nét vạch tương ứng với số lượng ánh sáng còn bề dày nét vạch tương ứng với hiện tượng mất ánh sáng do độ nghiêng, thì các nét

vạch như vậy có thể biểu thị địa hình một cách tự nhiên. Dốc càng cao, nét vạch càng dày và khoảng cách giữa chúng càng nhỏ.

Thang độ vạch nét trình bày ở hình 34 được xây dựng trên một cơ sở toán học chặt chẽ. Đối với tỉ suất cong của độ dốc α , tỉ lệ bề rộng của khoảng trắng và bề dày nét vạch bằng tỉ số $(45^\circ - \alpha) : \alpha$.

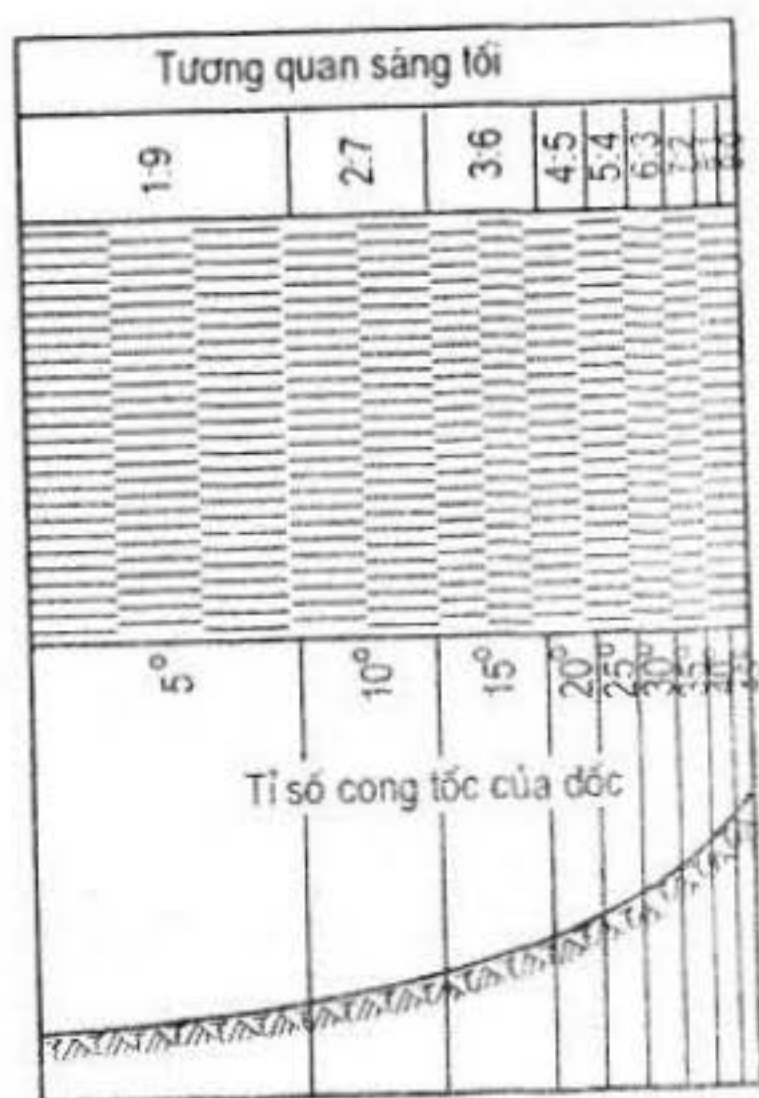
Chẳng hạn, nếu tỉ suất cong của dốc bằng 25° thì hệ thức sẽ là:

$$\frac{\text{Bề rộng khoảng trắng}}{\text{Bề rộng nét vạch}} = \frac{\text{Ánh sáng}}{\text{Bóng tối}} = \frac{45^\circ - 25^\circ}{25^\circ} = \frac{4}{5}$$

tức trên đoạn 9mm có chứa bề rộng nét vạch bằng 5mm, còn bề rộng khoảng trắng là 4mm.

Thang độ được chia làm 9 phần cách 5° một, bắt đầu từ 5° đến 45° . Nó được nghiên cứu áp dụng cho địa hình miền núi. Và sau để biểu thị trực quan hơn địa hình các vùng cảnh quan khác nhau, người ta đã đề xuất nhiều thang độ, nhưng nguyên lý cấu tạo của chúng cũng vậy thôi.

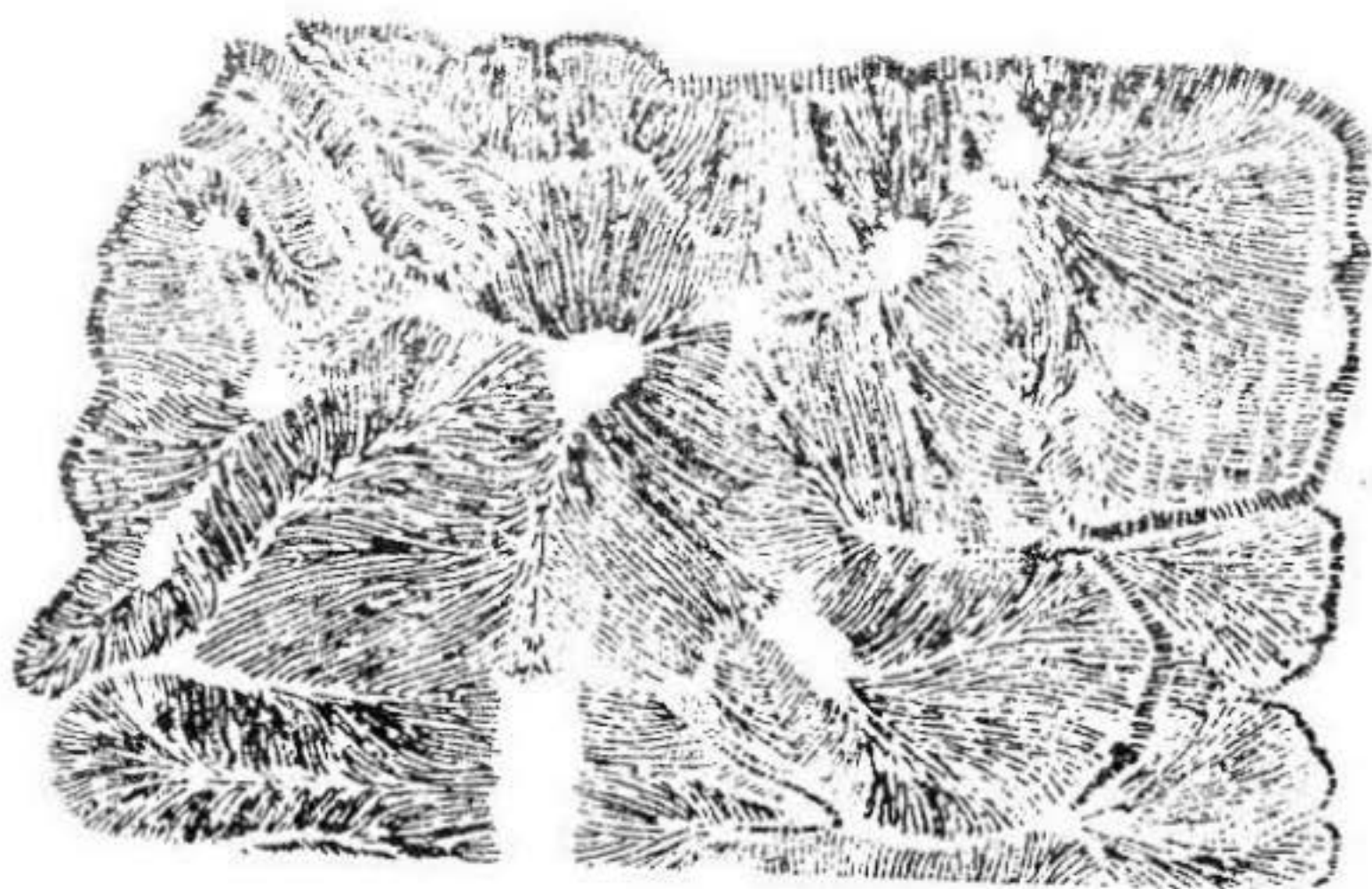
Vạch chia phản ánh tất cả sự lồi lõm của thực địa như: đồi gò, thung lũng, sông núi, khe vực, v.v. Mặt đất càng



Hình 34: Thang vạch nét.

bằng phẳng bao nhiêu thì các nét vạch biểu thị nó càng mạnh, càng xa nhau bấy nhiêu. Và ngược lại, khi đến chỗ thể hiện độ dốc thì nét vạch càng mau và đậm lại.

Nét vạch phản ánh địa hình trên bản đồ một cách rất trực quan. Chỉ có điều hơi phải nheo mắt và toàn bộ địa hình bị lồi lên giống hệt như ta điểm chỉ.



Hình 35: Thể hiện địa hình bằng nét vạch trên bản đồ cuối thế kỷ XIX

Nét vạch trên bản đồ là kết quả lao động kỹ thuật và nghệ thuật công phu của nhân viên họa đồ. Nhìn vào h.35 ta thấy ngay điều đó. Nhiều bản đồ nét vạch còn lại đến ngày nay là những bản mẫu tuyệt vời của nghệ thuật bản đồ. Chúng cho phép hình dung một cách sinh động và rõ ràng về hình dạng mặt đất và cho phép đánh giá được tỷ

suất cong của độ dốc. Bản thân những nét vạch không chỉ hướng lên xuống của địa hình, nhưng dễ dàng xác định được theo vị trí của khu vực, của mạng lưới sông ngòi và theo các ghi chú độ cao.

Phương pháp nét vạch biểu thị địa hình trên bản đồ toàn quốc ngày nay người ta không áp dụng. Nhưng trong trường hợp đòi hỏi phải phản ánh trực quan bề mặt của một khu vực nào đó thì người ta lại trở về với phương pháp này.

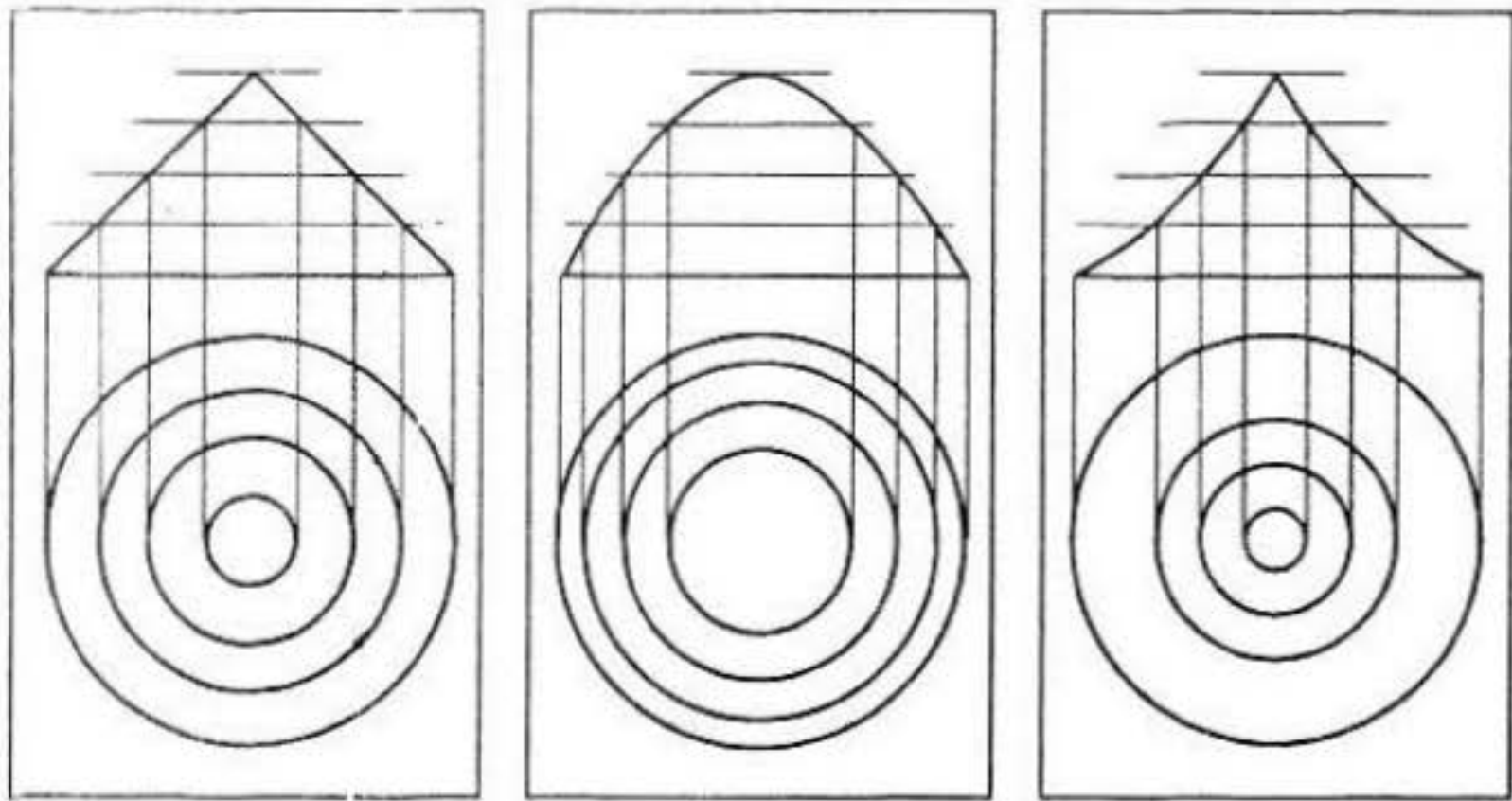
• ĐƯỜNG ĐỒNG MỨC ĐỘ CAO

Đường đồng mức độ cao (hay đường đẳng cao) - tức đường bình độ đã thay thế cho nét vạch và có được sự áp dụng rộng rãi. Phương pháp biểu thị địa hình bằng đường đồng mức có ưu điểm là nó truyền đạt chính xác về mặt toán học vị trí mặt phẳng và độ cao của địa hình.

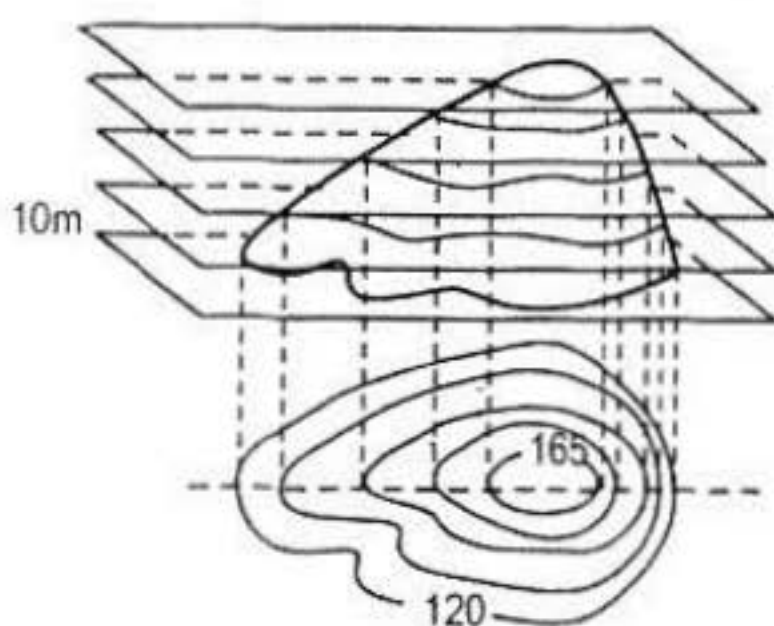
Với tư cách là một phương pháp độc lập, đường đồng mức bắt đầu áp dụng đồng thời ở Pháp và ở Nga những năm 20 của thế kỷ trước. Nhưng nó đã được manh nha từ cuối thế kỷ XVII rồi. Đường đồng mức cũng quen thuộc cả đối với một trong những người sáng chế ra thang nét vạch - nhà bác học Nga A.P.Bôlô tôp, người đã đề cập đến phương pháp biểu thị địa hình này trong một thí dụ mô tả trong tác phẩm của mình. Chúng ta cũng từ thí dụ này để phát hiện ra bản chất của phương pháp đó.

Bạn hãy nhìn vào hình 36. Ba hình nón trong không gian với các dạng mặt bên khác nhau bị cắt bởi các mặt phẳng song song cách đều nhau. Hình chiếu các giao tuyến trên mặt phẳng là các vòng tròn đồng tâm. Khoảng cách

giữa các vòng tròn này ở hình nón chuẩn là như nhau, hình nón mặt bên lõm thì giảm từ đỉnh đến đáy, còn ở hình nón mặt bên lồi thì tăng.



Hình 36: Biểu thị các hình nón bằng đường đồng mức.



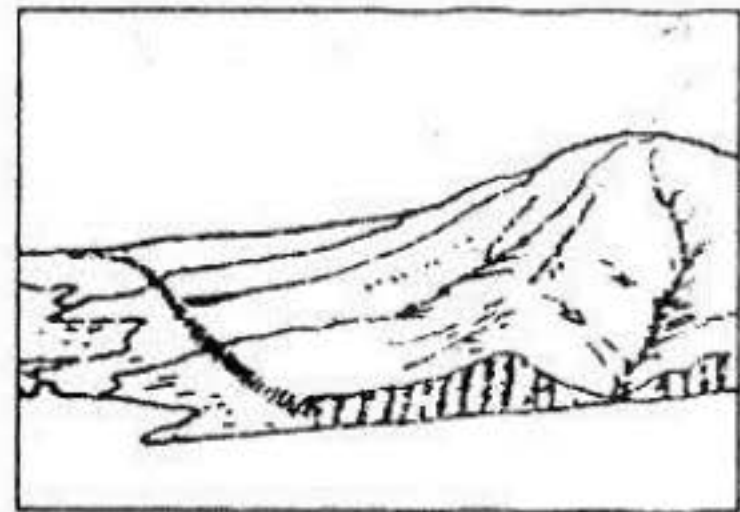
Hình 37: Biểu thị đồi gò bằng đường đồng mức.

Bây giờ ta chú ý đến hình 37, trên đó có thể hiện một quả đồi, bị cắt bởi các mặt phẳng song song.

Hình dạng quả đồi từ trên xuống sẽ là hàng loạt đường cong khép kín, mỗi đường chỉ một độ cao nhất định. Các đường này chính là các đường đồng mức độ cao. Chúng phản

ánh không chỉ hình dạng của quả đồi, mà cả độ cao của nó và độ cao của dốc. Nên nhớ rằng, dốc càng cao thì khoảng cách giữa các đường bình độ càng nhỏ. Cũng dễ thấy rằng nếu các đường bình độ mau từ đỉnh tới đáy, tức là chỉ dốc lồi, còn nếu thưa thì chỉ dốc lõm.

Trên bản đồ địa hình, các đường đồng mức đi qua các khoảng cách xác định về độ cao tuyệt đối, gọi là độ cao mặt cắt địa hình. Độ cao tuyệt đối được tính từ mực nước biển trung bình được xác định qua nhiều năm quan sát. Các điều này được trình bày rất rõ trên hình 38. Ở đây, phía trên chỉ hình dạng khu vực duyên hải của thực địa, còn phía dưới biểu thị địa hình của nó bằng các đường đồng mức với mặt cắt 10m. Bạn hãy nhìn xem các dạng địa hình cơ bản như núi, sống núi, thung lũng được biểu thị rõ ràng biết bao.



a)



b)

Hình 38: Địa hình vùng thực địa (a) và sự biểu hiện nó bằng đường đồng mức (b).

BÀI TOÁN : Trên các bản đồ của Liên Xô, độ cao tuyệt đối được tính từ mực nước của biển Bantic. Một vấn đề đặt ra: tại sao lại lưu ý đến tên vùng biển, phải chăng giữa biển khơi lại có các mực nước biển khác nhau? Chính là các biển giao lưu với nhau qua đại dương thế giới, nên mực nước biển là như nhau. Có phải như vậy không?

Đúng là như vậy, nhưng dù sao mỗi vùng biển đều có độ cao riêng. Mực nước biển tại Biển Đen, chẳng hạn, khác với mực nước của biển Bantic 70cm. Vậy thì giải thích điều đó như thế nào? Phải chăng nước của Biển Đen thông với Đại Tây Dương qua một số eo vịnh tương đối hẹp và kết quả là có một mức chênh cao nào đó? Trong trường hợp như vậy, mực nước Biển Đen đã cao hơn của biển Bantic một chút, song thực tế lại ngược lại, biển Bantic cao hơn Biển Đen. Có nghĩa là nguyên nhân không ở chỗ đó.

Bạn hãy nhớ lại một chút về hình dạng Trái Đất. Nó là một hình phi hình học được gọi là gêôit. Để thành lập bản đồ, Trái Đất được xem là một thể elipxôit. Thể elipxôit Krakôpxki mà chúng ta vừa thừa nhận, mặc dù là gần đúng với Trái Đất, nhưng dù sao không phải ở đâu cũng sát hợp với hình dạng của nó. Nếu ở vùng biển Bantic bề mặt của gêôit và thể elipxôit là trùng nhau, thì ở vùng Biển Đen bề mặt thể elipxôit sẽ cao hơn 704mm. Sai khác ở đây không lớn nhưng phải tính đến khi tiến hành các công việc trắc địa chính xác.

BÀI TOÁN. Như mọi người đều biết, đường đồng mức cho phép vẽ mặt toán học biểu thị chính xác mọi hiện

tượng lõi lôm của bề mặt Trái Đất. Ban thử hình dung mà không nhìn ra phía trước, bạn hãy suy nghĩ và thống kê các tính toán cơ bản của đường đồng mức, và sau đó kiểm tra trả lời của mình theo các giải đáp kiểm tra.

1. Tất cả các điểm nằm trên cùng một đường đồng mức đều có độ cao là như nhau so với mặt phẳng ban đầu.

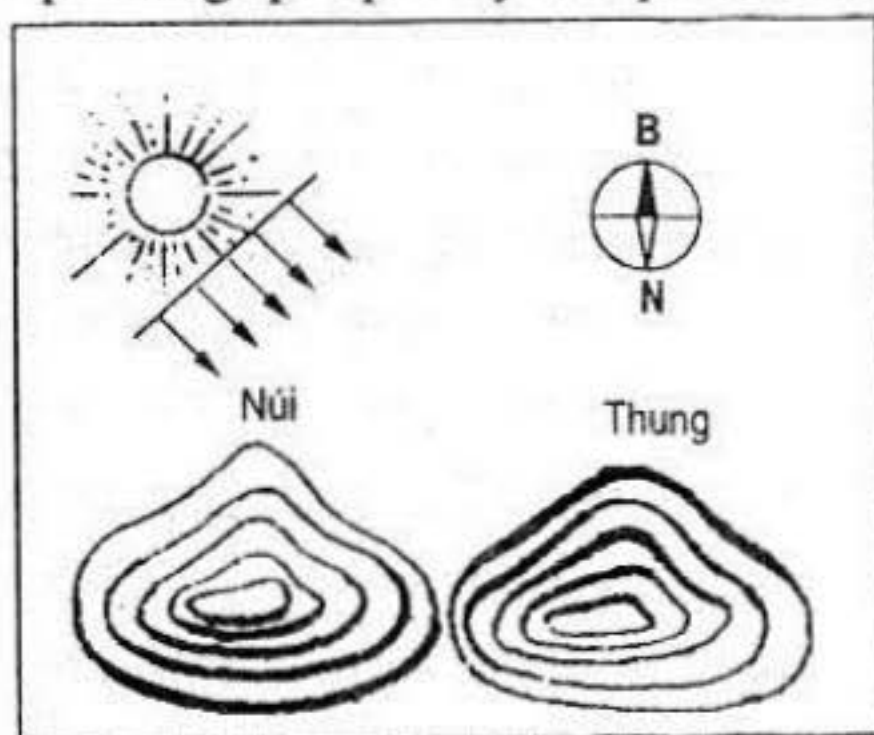
2. Tất cả các ghi chú độ cao của một đường đồng mức bất kỳ đều khác với độ cao của đường đồng mức bên cạnh cùng một trị số độ cao của mặt cắt địa hình.

3. Mọi điểm của một đường đồng mức đều có cùng độ chênh cao đối với các điểm của đường đồng mức khác.

4. Ở điểm dốc càng dựng đứng, khoảng cách giữa các đường đồng mức càng nhỏ, ở đâu dốc càng thoải - khoảng cách giữa các đường đồng mức càng lớn.

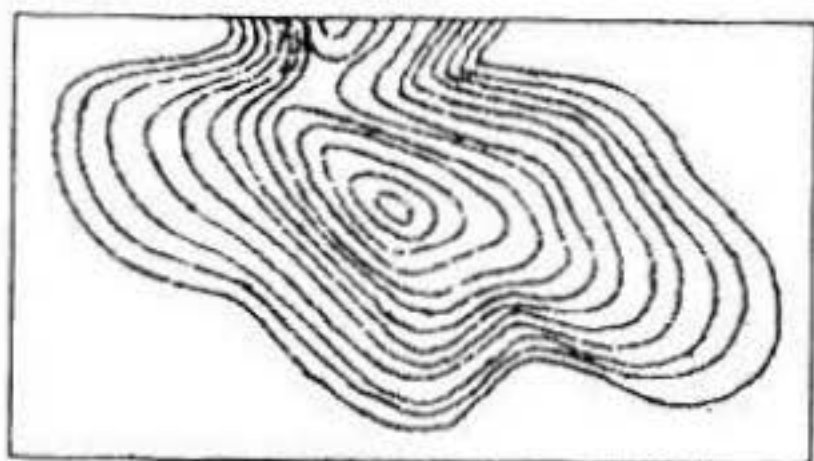
BÀI TOÁN : Phương pháp biểu thị địa hình bằng đường đồng mức là phương pháp chặt chẽ và chính xác về mặt toán học. Nhược điểm của phương pháp này là phản ánh các dạng khác nhau của địa hình thì không rõ ràng sinh động. Có cách nào tốt hơn để dễ dàng đoán đọc địa hình phản ánh trên bản đồ bằng đường đồng mức?

Để cải thiện tính dễ đọc của các đường đồng mức, người ta tạo ra các lớp màu khác nhau, phân



Hình 39: Tô đậm các đường đồng mức khi chiếu sáng giả định.

tô, v.v. Trên một số bản đồ cũ, các đường đồng mức được vờn bóng ở phía trước khiến thực địa được chiếu sáng bằng các tia sáng từ phía tây bắc. Các đường đồng mức biểu thị độ cao được tô đậm từ phía đông và phía nam, còn các đường đồng mức biểu thị độ sâu thì được tô đậm từ phía tây và phía bắc (h.39).



Hình 40 : Tô đậm các đường đồng mức trên các sườn dốc.

Một trong những phương pháp tăng cường tính trực quan cho địa hình đã được một người tham gia bảo vệ Xêvaxtôpôn vào năm 1854-1855, kỹ sư quân sự E.Tôtlêben, áp dụng trong các bản đồ chiến dịch do ông biên soạn.

Phương pháp rất đơn giản: ông tô đậm các đường đồng mức trên các sườn dốc thẳng đứng. Trong khi tăng độ đậm các đường đồng mức tùy theo hiện tượng tăng độ dốc, Tôtlêben đã đạt tới sự phản ánh địa hình một cách nghệ thuật, đồng thời cũng rất khoa học. Nhìn vào hình 40 có thể hình dung rõ ràng những dốc dựng đứng, những gò cao và thung lũng.

• ĐƯỜNG ĐỒNG MỨC TRÊN MÔ HÌNH

Chúng tôi đã giải thích thực chất của phương pháp biểu thị địa hình bằng đường đồng mức kèm theo các minh họa khác nhau. Không có hình vẽ khó mà nắm vững phương

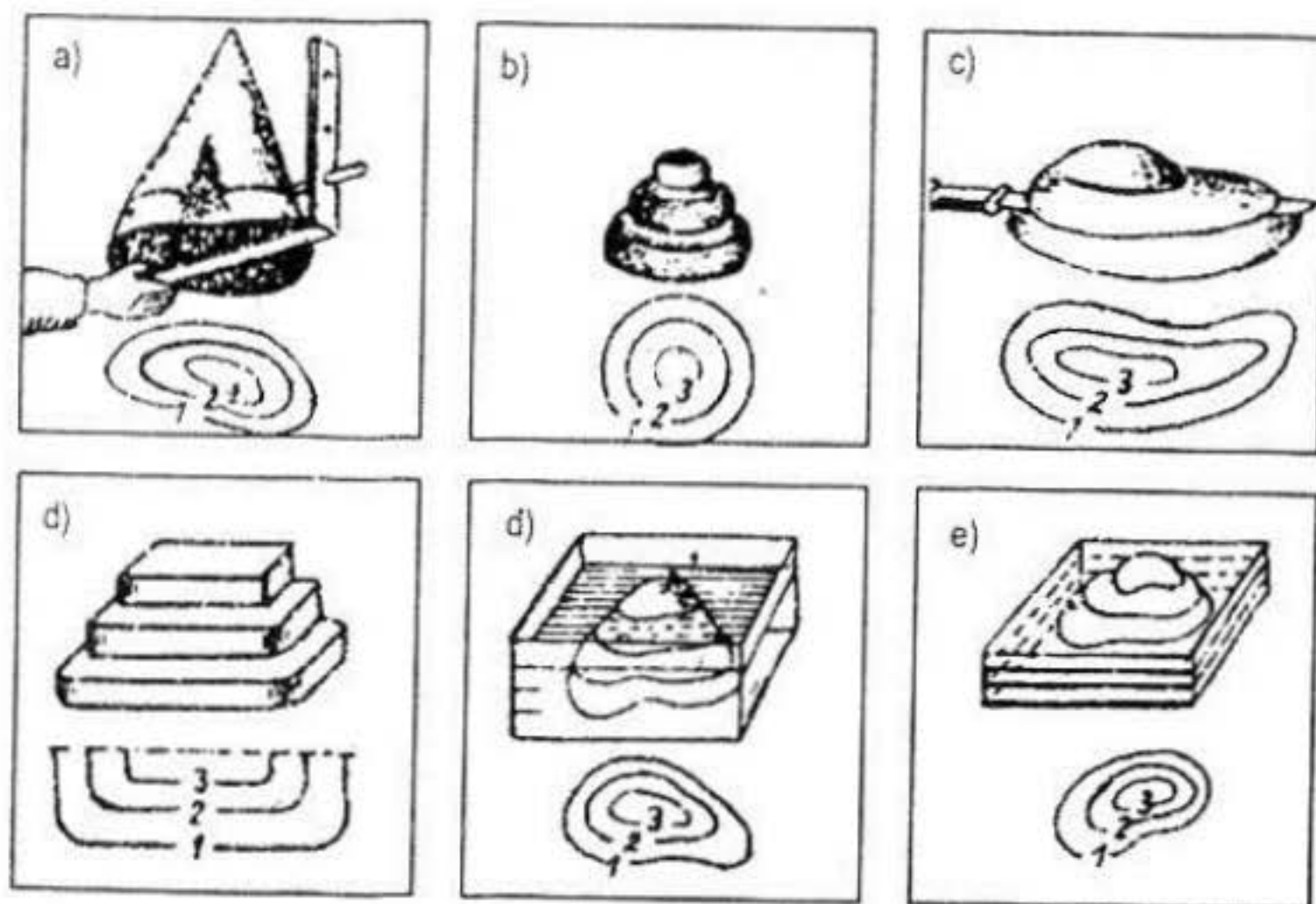
pháp phản ánh địa hình có tính chất ước lệ như vậy trên bản đồ địa hình. Dùng mô hình nổi và các phương tiện trực quan khác ta có thể dễ dàng và nhanh chóng tìm hiểu sâu về đường đồng mức.

Mô hình gò núi. Chế bằng chất dẻo hoặc giấy nện (bìa các tông). Để vạch các đường đồng mức trên mô hình này, người ta làm những thiết bị chuyên dùng (h.41a). Thiết bị gồm hai tấm được nối nhau thành hình thước thợ. Ở một tấm có khoét cách nhau 5 cm một lỗ để cắm bút chì. Cắm bút chì vào lỗ thứ nhất ở độ cao cách đáy 5 cm và quay mô hình ta sẽ được nét vạch quanh mặt mô hình như trình bày ở hình vẽ. Đó là đường đồng mức đầu tiên mà bất kỳ điểm nào trên đó đều có độ cao 5 cm so với đáy. Bây giờ cắm bút chì vào lỗ thứ hai và vạch đường đồng mức thứ hai, đường này sẽ có độ cao 10cm. Cứ như vậy ta vạch các đường đồng mức tiếp theo đến tận đỉnh. Nếu nhìn mô hình từ phía trên, ta sẽ thấy hệ thống đường đồng mức giống như khi thể hiện ngọn núi trên bản đồ địa hình.

Gò núi cắt ngang. Mô hình gò núi cắt ngang đơn giản được trình bày ở h.45b. Đó là một loại đồ chơi trẻ em mà mọi người đều biết. Nó là một bộ bánh xe bằng gỗ. Nếu chu vi của mỗi bánh xe đều được khoanh bằng bút chì, thì trên giấy ta sẽ được các hình tròn đồng tâm, tức là các đường đồng mức biểu thị độ cao dưới dạng hình nón. Dễ dàng chế được cả mô hình cắt ngang đặc biệt của địa hình. Dùng đinh kẹp gắn tạm một số lớp nhựa dẻo với nhau rồi cắt địa hình. Tốt nhất là chế dạng yên ngựa với hai mồm núi, giữa chúng là đèo. Đáy của mỗi lớp có thể đánh màu

nâu. Ở trường hợp này, giao tuyến của các lớp sẽ nổi lên đường đồng mức.

Gò núi bằng keo bản đồ. Có thể làm dễ dàng và nhanh chóng một mô hình gò núi cắt ngang bằng một nửa cục keo bản đồ sau khi đã cắt nó ra nhiều lớp bằng nhau về độ cao (H.41c).



Hình 41: Đường đồng mức trên các mô hình:

a) maket gò với compa then ngang; b) gò bị cắt ngang; c) lát keo dán cắt ngang; d) bậc tam cấp; đ) hòn non bộ; e) gò thủy tinh.

Bậc tam cấp. Người ta dùng gỗ hoặc một loại vật liệu nào đó để chế mô hình bậc tam cấp (h.41d). Nhìn mô hình dễ dàng nắm bắt được thực chất của mặt cắt địa hình và xác định được chênh cao. Độ cao mặt cắt địa hình thể hiện trên mô hình bằng độ cao bậc thang.

Hòn non bộ trong bể nước (h.41d). Thực chất của đường đồng mức dễ dàng tái hiện trên hòn non bộ thả vào bể nước. Đáy bể nước được xem là mặt phẳng đầu tiên. Một thành bể nước có cột chia độ chia thành những khoảng đều nhau. Đổ nước vào đầu tiên đến ngấn (vạch khắc) thứ nhất, rồi đến ngấn thứ hai, v.v. Khi mực nước ở vị trí yên tĩnh xác định thì đường ngấn nước bao quanh hòn non bộ sẽ là đường đồng mức tương ứng.

Mô hình gò núi bằng thủy tinh là những tấm kính thường được đặt chồng lên nhau, trên mỗi tấm người ta dùng mực để kẻ đường đồng mức (h. 41e).

Để xây dựng một mô hình như vậy cần chế 4-5 tấm kính cùng cỡ. Trên bề mặt của tấm kính dưới cùng người ta khắc hình đường đồng mức có độ cao 10 và một vạch ngang chỉ hướng của dốc. Trên tấm thứ hai khắc đường đồng mức độ cao 20, tấm thứ ba có đường đồng mức độ cao 30, v.v. Sau khi đặt các tấm kính chồng lên nhau ứng với số thứ tự của chúng, ta sẽ được mô hình bằng thủy tinh. Nếu nhìn vào tấm kính chếch về phía sườn, ta có thể thấy ở chỗ các đường cong riêng rẽ là sự thể hiện hình quả đồi.

Mô hình của thực địa chế theo bản đồ có các đường đồng mức. Nhằm mục này người ta lấy bìa cứng (cactông) cắt hình khuôn theo đường đồng mức của bản đồ. Sau đó dán các hình này lại với nhau phù hợp với vị trí của chúng trên bản đồ. Kết quả ta được mô hình bậc thang của địa hình mà tỉ lệ ngang của nó bằng tỉ lệ bản đồ, còn tỉ lệ thẳng đứng thì phụ thuộc vào độ dày của các lớp bìa cứng.

Đối chiếu mô hình như vậy với bản đồ ta dễ dàng tính đổi từ cách thể hiện địa hình bằng hình khối sang mặt phẳng.

Bản đồ lập thể được thành lập trên cơ sở quan sát lập thể mà chúng ta sẽ làm quen chi tiết ở chương sau. Trên bản đồ lập thể, mọi đường nét đều biểu thị hai lần cách nhau một khoảng nào đó. Một hệ thống đường nét thể hiện bằng màu đỏ, còn hệ thống kia bằng màu xanh. Kết quả ta sẽ được một tấm bản đồ sắc sỡ. Muốn quan sát nó phải dùng kính xanh - đỏ. Lúc đó đường nét màu đỏ và đường nét màu xanh sẽ chập nhau và dễ dàng nhìn thấy vùng thực địa nổi lên lơ lửng (có hình khối rõ ràng).

• CÁC SỰ KIỆN TRÊN BẢN ĐỒ.

Chắc bạn đã ít nhiều quen biết với bản đồ. Bạn hẳn cũng thấy được tính phản ánh khá đa dạng của nó, khó mà thống kê ra hết được, nhất là các loại bản đồ chuyên dùng thì nội dung lại vô cùng phong phú. Ở đây có thể điểm các bản đồ khí hậu, bản đồ hình thể, bản đồ đường giao thông và mật độ dân cư, v.v.

Các bản đồ chuyên dùng được phổ biến đặc biệt rộng rãi để minh họa sự mô tả địa lý hoặc các sự kiện quân sự, lịch sử. Bạn thử hình dung một trận đánh lịch sử nào đó hoặc một cuộc hành quân chiến đấu mà lại thiếu bản đồ. Theo dõi các tuyến đi của đoàn thám hiểm và các phát kiến địa lý vĩ đại của các nhà thám hiểm còn khó hơn nữa nếu thiếu tấm bản đồ. Còn nếu cuốn sách được minh họa bằng những bản đồ tốt phản ánh sống động các sự kiện

được mô tả, thì bạn đọc dễ dàng và nhanh chóng nắm bắt được nội dung của các sự kiện đó.

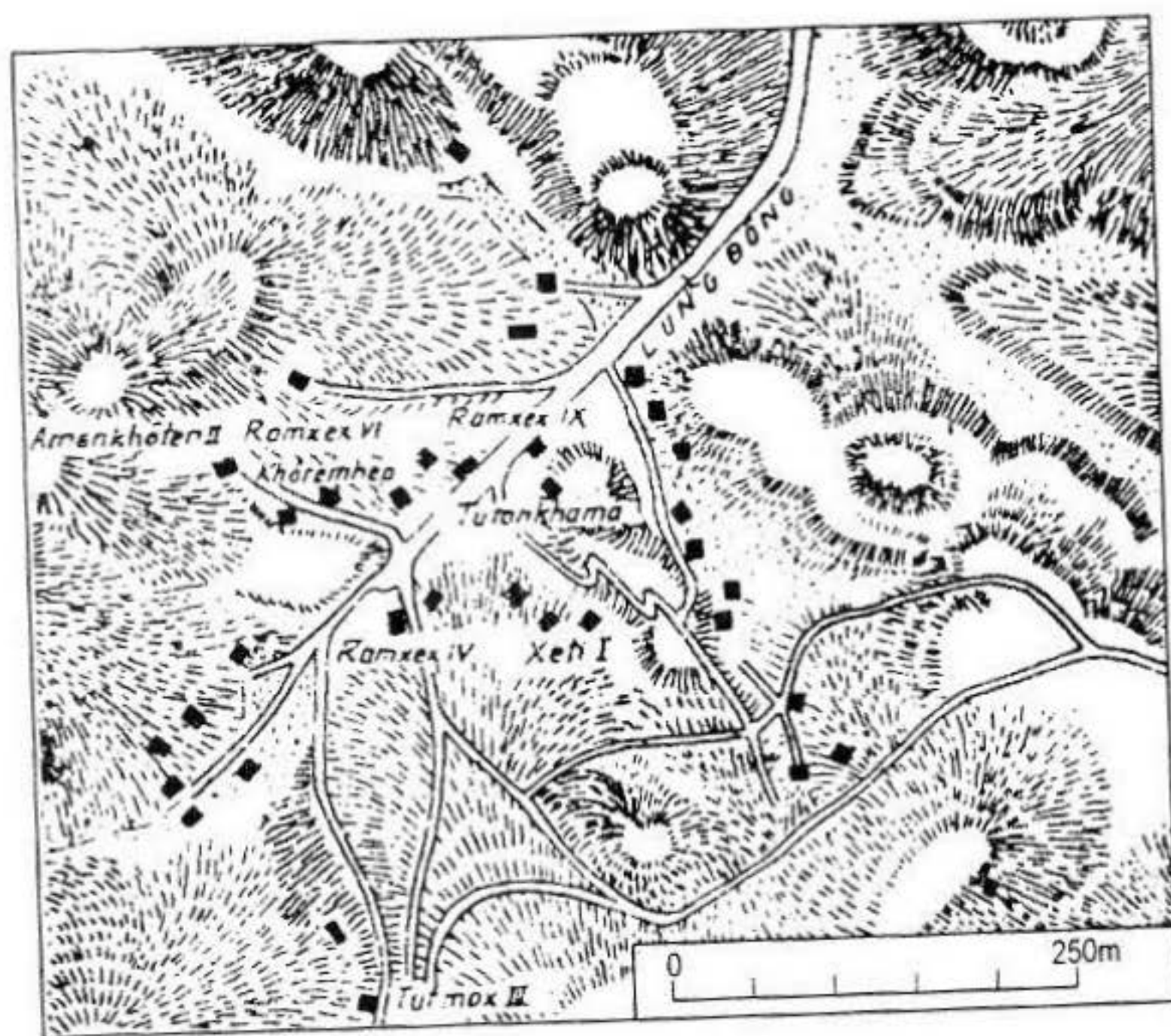
Ở đây có thể liệt P.A Krôpôtkin vào danh sách các nhà địa lý nổi tiếng nhất. Ông đã từng đặt chân đến các vùng xa lạ Bắc Mãn Châu, nơi ông đã phát hiện một quần thể núi lửa kỷ thứ ba trên sống núi Inkhuri - Amin, cũng như trên sườn bắc của Đông Xaian. Ông đã đi một đoạn đường dài nhất từ cửa sông Vitim qua nhiều mỏ vàng bên bờ sông Lêna đến Trita. Trong năm năm ông đã đi qua vùng Xibia 70.000km, nói khác đi, ông đã vượt một chặng đường gần bằng hai lần vòng quanh Trái Đất. Sau khi trở về Pêtecbuga, P.A.Krôpôtkin đã quyết định từ bỏ khoa học để đấu tranh với chế độ Sa hoàng. Sa hoàng liền đích thân ra lệnh bắt ông vào ngục của pháo đài Pêtrôpaplôpxki. Nhưng ông đã trốn thoát và trước cách mạng đã sống lưu vong ở nước ngoài.

Những năm sống lưu vong, Krôpôtkin đã viết nhiều bài báo về địa lý nước Nga, đã tham gia xây dựng công trình địa lý toàn thế giới " Trái Đất và con người ". Các tác phẩm của Krôpôtkin đã đóng vai trò quan trọng trong sự nghiệp phát triển địa lý học (đặc biệt là địa mạo học) và địa chất học.

Tên tuổi của Krôpôtkin đã được đặt cho sông núi của vùng cực nam của dãy Patômxi, thành phố ở miền Craxnôdar, v.v...

Những cuộc hành trình của Krôpôtkin được tiến hành trên một địa bàn rộng lớn, vì vậy muốn mô tả có thể phải dùng bản đồ tỉ lệ nhỏ. Mặt khác, khi cần trình bày một

sự việc riêng lẻ nào đó trong các cuộc đi, các phát kiến hoặc các chiến dịch thì lại sử dụng nền bản đồ tỉ lệ lớn.



Hình 42: Bản đồ khu mộ các Pharaon Ai Cập.

Hình 42 dẫn một bản đồ chuyên dùng tỷ lệ lớn chỉ vị trí mai táng các Pharaon Ai Cập. Bản đồ này do nhà khảo cổ học người Anh tên là G. Cactơ biên soạn. Cactơ là người đã phát hiện chiếc quan tài giàu có nhất của Tutankhamon.

Hiện nay, Liên Xô và nhiều nước khác không chỉ có bản đồ tỷ lệ nhỏ, mà còn có cả bản đồ tỷ lệ lớn. Để phản ánh các sự kiện nào đó cần phải lựa chọn bản đồ thích hợp. Trong quá khứ xa xôi, khi còn chưa phát hiện được nhiều vùng đất, nhân dân đã cùng với những đoàn súc vật tải đồ thương mại đến những đất nước xa lạ và thường là những người đầu tiên đặt chân lên những mảnh đất chưa từng ai biết tới. Trở về họ đã kể lại về những mảnh đất này, nhưng không thể xác định được vị trí của chúng. Khi đó đang còn chưa có bản đồ, mà biên soạn, dù mới chỉ là ước lượng bằng mắt thôi, cũng chưa làm được. Để hiểu là trong trường hợp như vậy, họ cũng không thể được xem là những nhà phát hiện đầu tiên.

Bản đồ, đó là một chứng tích tối thiểu của bất kỳ phát hiện địa lý nào. Thường không phải tất cả các nhà du lịch lớn đều là những nhà địa hình giỏi và tự họ biên soạn ra bản đồ đường đi của mình. Tất nhiên, công tác đo vẽ đòi hỏi rất nhiều thời gian. Về điều này, một nhà du lịch vĩ đại người Anh tên là G. Xtenli đã nói:

"Bản đồ của tôi tốn nhiều công sức của tôi hơn là những ghi chép, xử lý, vẽ và chụp ảnh cộng lại".

• BẢN ĐỒ CỦA NGƯỜI DU LỊCH

Thường các nhà du lịch tự lựa chọn tuyến đi, và ở đây bản đồ cùng sự mô tả thực địa đã giúp họ rất nhiều.

Bản đồ du lịch, hoặc đúng hơn, phải gọi chúng là sơ đồ, hơi giống với bản đồ địa hình.

Bản đồ du lịch thường không theo đúng tỷ lệ, không được chi tiết như bản đồ địa hình. Đương nhiên, sơ đồ đó có tính chất trực quan và dễ đọc. Dưới đây xin dẫn một bản đồ du lịch (h.43) và việc mô tả một trong những danh thắng vùng ngoại ô Maxcova - vùng Taruxa - làm ví dụ.

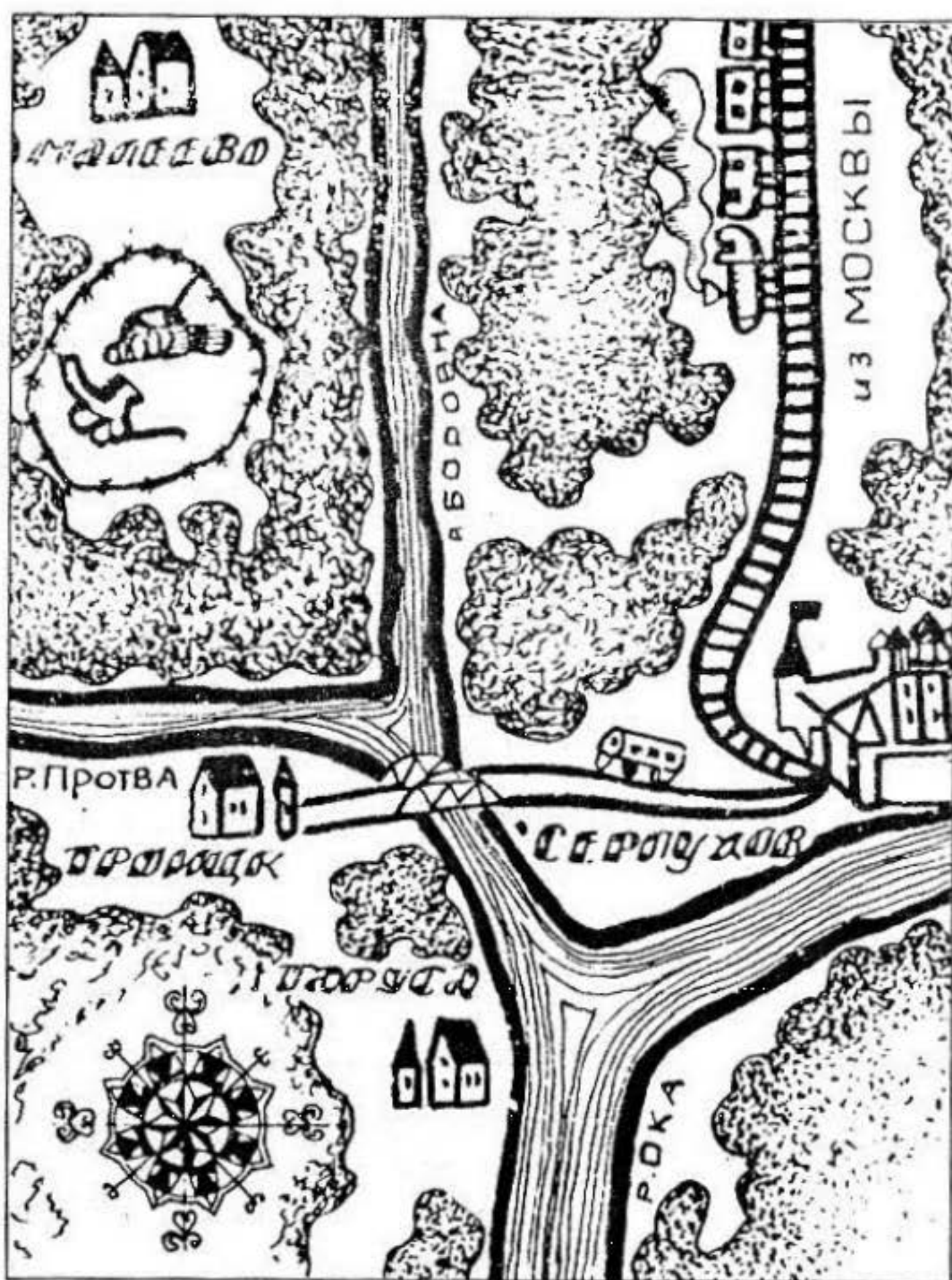
"... Taruxa là một vùng nổi tiếng. Trong nhiều năm, Taruxa đã làm người ta ngạc nhiên về tính chất trữ tình, sự phong phú và êm dịu của cảnh quan thiên nhiên. Từ cuối thế kỷ XIX, Taruxa đã ngẫu nhiên trở thành thành phố của những nhà nghệ sĩ tạo hình.

Cách 3 km về phía tây bắc Taruxa trên bờ sông Prôtva là phụ lưu sông Oka có làng Troixkôie. Thật khó mà nói rằng cách làng không bao xa, tại nơi hẻo lánh này đã xảy ra một trận đánh lớn. Bạn hãy nhìn lên phía trên: những cây thông khổng lồ bị phạt ngang. Trông xuống đất thì thấy những hố sâu đầy nước, vết tích của những trái bom, mìn, trái phá.

Bây giờ ta đi sâu vào những bụi lau lách. Giữa đường bắt gặp những hòm đạn pháo, những mảnh bom mìn. Đó chính là miền tiền duyên trước đây của bọn Hitle: những quả đồi sót có rào thép gai, những hào giao thông, những hầm tránh bom đạn mà quanh đó đã từng vang lên tiếng bom, tiếng xe tăng và đạn pháo gầm rít"⁽¹⁾.

Những lời mô tả trên đã khéo léo kết hợp được vẻ đẹp của thiên nhiên, các tình tiết của lịch sử cùng các đặc trưng địa hình của thực địa. Ai chẳng muốn tận mắt nhìn thấy

(1) F. Mankin.



Hình 43. Bản đồ du lịch.

những địa điểm này, song làm thế nào để tới được chỗ đó, làm thế nào để lọt đúng vào cái "viện bảo tàng" độc đáo về việc đánh tan đạo quân của phát xít Đức ở gần Maxcova?

Tấm sơ đồ - bản đồ kèm với lời miêu tả sẽ giúp ta trong vấn đề này.

Tính trực quan, màu sắc và sự gợi cảm của bản đồ là một trong những yêu cầu bất di bất dịch mà nhà biên soạn bản đồ cần kiên trì.

Sau đây là một vài lời khuyên đối với người mới bắt đầu du lịch. Đi trên những vùng thực địa đơn điệu chỉ tổ mệt người. Tốt nhất bạn nên chọn những tuyến đường sao cho có thể dễ gặp các bức tranh độc đáo và điểm dừng của cuộc đi phải là một di tích lịch sử thú vị hoặc một danh lam thắng cảnh nào đó. Trên đường đi tiến hành chỉnh lý cho thật chính xác bản đồ hành trình, còn các khu vực thực địa thích thú thì lượng bằng mắt trên một bình đồ lớn. Những nơi có danh thắng hoặc vẻ đẹp thiên nhiên thì chụp ảnh hoặc vẽ theo phép phối cảnh. Trong thời gian chuyển đi, ghi nhật ký cũng rất bổ ích và cần ghi tại nơi quan sát, nếu không, những bức tranh mới, những ấn tượng mới sẽ phủ chồng lên và dễ dàng làm ta quên đi. Nên có cuốn sổ con nhỏ nhẹ, lúc nào cũng cầm tay, tối về mới ghi gọn vào sổ nhật ký chính thức, tuyệt đối không để sang hôm sau, hôm sau sẽ có ghi chép mới. Nếu đường đi được lựa chọn đúng, trên đường người du lịch sẽ bận rộn, có nghĩa là chuyến đi thích thú và bổ ích.

• BẢN ĐỒ TRÊN MÀN HIỆN SÓNG ĐỊNH VỊ VÔ TUYẾN

Thiết bị định vị vô tuyến toàn cảnh là một thành tựu lớn của kỹ thuật vô tuyến hiện đại. Trên màn ảnh không chỉ có khoảng cách đến một đối tượng nào đó, mà có cả

phương hướng và ngoài ra có cả bức tranh thực địa với mọi đối tượng chi tiết.

Máy định vị vô tuyến toàn cảnh có thể đặt trên mặt đất, trên máy bay, trên tàu thủy. Anten của nó quay xung quanh một trục thẳng đứng, đồng thời phát các xung vô tuyến đi các hướng khác nhau. Nếu máy định vị vô tuyến như vậy đặt trên máy bay, thì anten đặt dưới lớp vỏ và sóng vô tuyến trong khi quay cùng với anten, từng bước từng bước vẽ nên khu vực thực địa nhất định. Các tín hiệu phản xạ từ mặt đất lên màn ảnh của ống quang điện thành những điểm sáng.

Các khu vực khác nhau của mặt đất, cùng các địa vật trên đó phản hồi những sóng vô tuyến một cách khác nhau: cái mạnh, cái yếu. Nếu như tia sáng chiếu xuống mặt nước phẳng lặng chẳng hạn thì tín hiệu không quay trở lại và màn ảnh bị tối. Gặp mặt đất, tín hiệu phản hồi và trên màn ảnh tại vị trí này xuất hiện điểm sáng. Phản xạ từ những toà nhà, đường sắt và đường nhựa sẽ mạnh hơn là từ mặt đất, do đó, tại những điểm tương ứng màn ảnh sẽ có những điểm sáng hơn. Kết quả là trên màn hiện sóng ta sẽ thấy được hình ảnh thực địa. Trong thời gian bay, các khu vực mới của thực địa đều thu vào tầm nhìn và hình ảnh từ từ thay đổi. Mây mù, sương và thậm chí bóng đêm cũng không cản trở người phi công nhìn thấy trên màn ảnh đường viền hồ nước và các điểm dân cư, những vệt đen của sông ngòi, dải trắng của đường sá, vạch trắng của cầu bắc qua sông, thậm chí cả hình khối của những toà nhà lớn.

Hình ảnh của thực địa hiện ra trên màn ảnh định vị vô tuyến có nhiều nét độc đáo và không phải bao giờ cũng dễ dàng nhận biết nó trên bản đồ thông thường. Nhận biết được thực địa hiện ra trên màn ảnh nhờ một loại bản đồ đặc biệt được gọi là *bản đồ định vị vô tuyến*.

Người ta làm như sau. Màn định vị vô tuyến được chụp ảnh bằng máy ảnh thông thường qua từng khoảng thời gian nhất định. Các tấm ảnh thu được lắp vào một băng hành trình trên đó chứa tên điểm dân cư và các đối tượng khác của thực địa. Như vậy là "bản đồ" đã chuẩn bị xong. Về hình dạng và nội dung nó không giống bản đồ thông thường, nhưng đương nhiên có thể dễ dàng đối chiếu nó với hình của thực địa trên màn ảnh vô tuyến và xác định chắc chắn trên đó vị trí của máy bay vào ban đêm, trong sương mù và trong các điều kiện tầm nhìn bị hạn chế khác.

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NHƯ THẾ NÀO?

"Bản đồ...Nhìn vào nó đơn giản
làm sao và cũng không đơn giản
chút nào khi phải khổ công xây
dựng nó!"

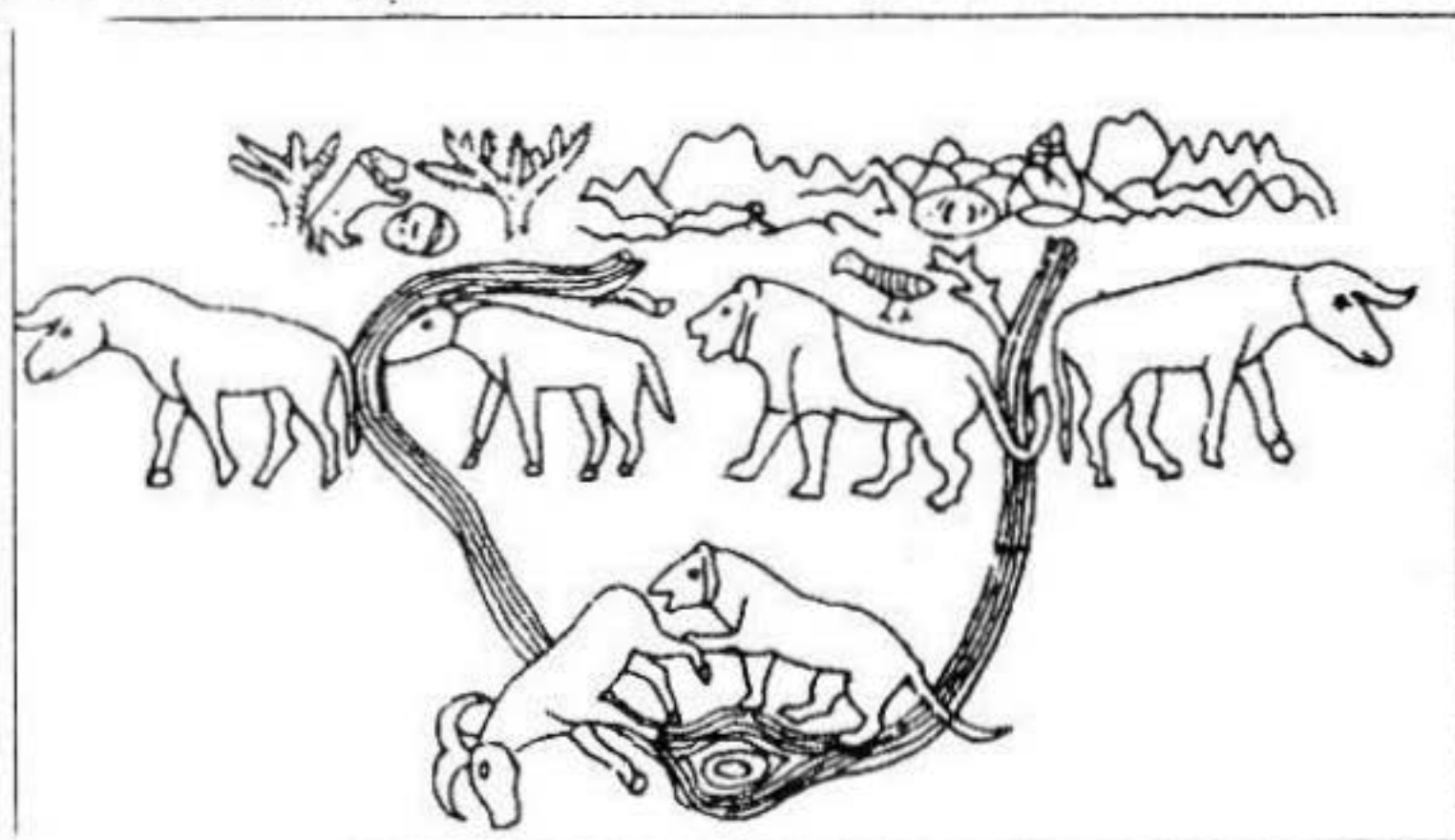
G. FEDÔXÊEP
"Ngọn lửa cuối cùng"

• ĐÔI DÒNG LỊCH SỬ

Bản đồ là một trong những tư liệu quý giá nhất của văn hoá nhân loại. Lịch sử thành lập bản đồ là một thiên truyện vô cùng lý thú và bổ ích về việc loài người không ngừng tự giải phóng khỏi những quan niệm thơ ngây và thô sơ về thế giới xung quanh, đồng thời từng bước chinh phục Trái Đất. Không thể xác định chính xác con người thành lập bản đồ đầu tiên vào lúc nào: chỉ biết rằng nhiều thiên niên kỷ trước kỷ nguyên của chúng ta, con người đã biết khá rõ về vùng đất xung quanh mình và đã biết mô tả nó bằng tranh vẽ được gọi là *pictogram* (dịch ra có nghĩa là tranh bản đồ). "Tuổi" của những pictôgram sớm

nhất được phát hiện ở các nước khác nhau, theo các nhà bác học, vào khoảng 15 nghìn năm.

Về sau, các phương pháp thể hiện trực quan thực địa dần dần được hoàn thiện. Bắt đầu xuất hiện những bản vẽ mang tính chất bản đồ, mặc dầu đang còn thô sơ. Có thể lấy hình vẽ trên bình cổ tìm được khi khai quật ở Maicốp (h.44) làm thí dụ.



Trên hình vẽ là khu vực săn bắt, có thể hiện núi non, sông ngòi, cây cối. Đó là một sơ đồ khá chi tiết, nhờ đó giúp ta có thể hình dung khái quát về thực địa.

Việc chuyển sang nghề nông và nghề thủ công và định cư đòi hỏi thể hiện thực địa bằng họa đồ một cách chính xác hơn. Dưới chế độ nô lệ trong thế giới cổ xưa, việc biên soạn bản đồ đã có được sự phát triển đáng kể. Người Hy Lạp đã xác định được Trái Đất là hình cầu và tính được kích thước của nó, đã áp dụng trong khoa học phép chiếu hình bản đồ, sử dụng các khái niệm kinh tuyến, vĩ

tuyến. Người La Mã đã sử dụng rộng rãi bản đồ vào các mục đích nông nghiệp và quân sự.

Tất nhiên, tất cả các tác phẩm bản đồ thời bấy giờ do sự cạn hẹp, thiếu chính xác và hạn chế về hiểu biết bề mặt Trái Đất nên rất không hoàn thiện. Nhà sử học cổ Hy Lạp nổi tiếng Hêrôđôt đã đánh giá những tờ bản đồ này như sau: "Điều đáng nói là không một ai trong số những người biên soạn mô tả Trái Đất lại thể hiện hình dạng Trái Đất một cách cặn kẽ".

Thời trung đại, các thành tựu của khoa học làm bản đồ thời cổ bị quên lãng khá lâu. Nhà thờ tuyên chiến đã man với những quan niệm về cấu trúc và nguồn gốc của thế giới. Bản đồ học cũng như các khoa học khác hướng về việc phục vụ tôn giáo.

Bản đồ thời trung đại gắn với sự thể hiện thực địa có tính chất hội họa. Các nhà bản đồ thời bấy giờ, để che giấu sự thiếu hiểu biết về địa lý của mình, đã phủ kín bản đồ bằng những bức tranh nghệ thuật khác nhau: hoang mạc và rừng "quê hương" của các loại dã thú, những nơi có người ở thì biểu thị bằng hình người, biển được trang trí bằng hình vẽ con tàu và các động vật biển.

Thời kỳ các phát kiến địa lý vĩ đại đã tạo điều kiện cho việc thúc đẩy khoa học bản đồ. Các nhà hàng hải cần có những bản đồ tốt đúng với sự thật. Thế kỷ XVI bắt đầu xuất hiện các bản đồ được xây dựng theo các phép chiếu hình bản đồ mới. Với sự mở rộng các nhận thức địa lý, việc minh họa bắt đầu thấy ở lề bản đồ, sau đó lại biến mất hoàn toàn, nhưng hình ảnh các địa vật và địa

hình vẫn còn lưu lại lâu trong hình vẽ phối cảnh. Dần dần phương pháp này thiếu tính chính xác về truyền đạt thực địa đã nhường chỗ cho các ký hiệu. Thế kỷ XIX bắt đầu tiến hành đo vẽ địa hình trên cơ sở khống chế trắc địa chính xác. Địa hình trên các bản đồ ban đầu thể hiện bằng các nét vạch, sau đó thay bằng phương pháp hoàn thiện hơn, đó là phương pháp đường bình độ. Từ bản vẽ một màu với các ký hiệu thô thiển, chữ chưa cầu thả, bản đồ đã trở thành kho tư liệu màu sắc đầy tính nghệ thuật về thực địa.

Bản đồ đã trải qua chặng đường lớn như vậy đó, đồng thời không dừng lại ở những dạng quen biết, mà mỗi ngày mỗi phát triển thêm.

• THEO TRÍ NHỚ

Thành công của tất cả các chuyến đi khảo sát của nhà hàng hải nổi tiếng J.Cuc phần lớn được một thổ dân trẻ ở quần đảo Haiti tên là Tupia quyết định. Người Pôlinêzi không có chữ viết, không có bản đồ, hòn đảo nằm trên bán kính 3000km, đồng thời chỉ ra các góc hẹp tiêu biểu cho vị trí tương đối của các đảo này so với quần đảo Haiti. Khả năng của con người này nhớ thực địa có thể tạo ra bản đồ mà nhờ đó Cuc thực hiện được những phát kiến địa lý lớn nhất.

Tác giả cuốn sách này phải tiến hành đo vẽ địa hình trên vùng biển đông bắc của Liên Xô. Vùng đất này không có người và chúng tôi không thể kiếm được thậm chí một người dẫn đường trong số dân địa phương. Công việc của

chúng tôi đến giai đoạn kết thúc. Bản đồ hầu như đã xong, nhưng thiếu ghi chú tên riêng sông, hồ, núi và những địa vật khác trên thực địa. Và đây là một thiếu sót cơ bản của bản đồ. Chúng tôi nhớ đến sự bức tức của Paganen trong cuốn tiểu thuyết *Những đứa con của thuyền trưởng Grăng*: "Suối không tên,- anh ta kêu lên,- điều đó cũng giống như con người không có quyền công dân. Nó không tồn tại cho địa lý học!"

Cuối cùng, trên đường đi chúng tôi gặp một nơi cắm trại của người Chuchi và nhờ đó chúng tôi kịp giải được tên của các đối tượng địa lý. Và ở đây chúng tôi trở thành nhân chứng của phương pháp nhớ thực địa đáng ngạc nhiên của người thổ dân. Một người Chuchi đứng tuổi xin một tờ giấy, vẽ trên đó vị trí tương quan của sông, hồ, đỉnh núi, đèo. Bây giờ đã có được một sơ đồ khá trực quan của thực địa, tức có một bản đồ gần đúng. Nó hơi kỳ, không hoàn hảo, nhưng trên đó có được các nguyên lý biểu thị thực địa mà ta thường thấy trên bản đồ thông thường. Dân địa phương quây quanh sơ đồ đã chỉ trên đó các đối tượng đã được vẽ và thông báo cho chúng tôi tên gọi của chúng. Chúng tôi so sánh sơ đồ với bản đồ của chúng tôi và ngạc nhiên về sự giống hệt nhau của nó, mặc dù là biên soạn theo trí nhớ đúng chỉ là trong vài phút.

Khả năng nhớ thực địa là thuộc tính của mỗi người, nhưng đặc biệt phát triển ở những người gần gũi với thiên nhiên. Trong cuốn tiểu thuyết của F. Cupe "Xledôput" có một đoạn văn miêu tả khá lý thú. Xin dẫn ra dưới đây: "- Tôi đã từng ở đây, đương nhiên cũng không tại chính chỗ này, chúng tôi dừng lại ở nơi nhìn rõ cây sồi bị chớp ánh.

- Làm thế nào, Xledôput, anh có thể nhớ chính xác đến mức nào tất cả các vệt sáng này?

- Đó là ngôi nhà và đường phố của chúng ta, nhà thờ và cung đền của chúng ta. Làm sao lại không nhớ cho được? Có một lần chúng tôi cùng với Đại Xà hẹn gặp lại nhau qua sáu tháng vào buổi trưa, gần gốc thông, mà chính chúng tôi ở cách đó ba trăm dặm. Nếu không có ánh chớp, cây này giờ đây hẳn là đang đứng ở giữa rừng, cách các làng chúng năm mươi dặm".

Trí nhớ địa vật tốt của Xledôput là kết quả của sự giao tiếp thường xuyên với thiên nhiên, của sự rèn luyện có hệ thống và hoạt động thực tiễn rộng lớn. Bạn hãy thử nghiệm và rèn luyện trí nhớ của mình. Bạn hãy lấy một tờ giấy và vẽ trên đó đường đi mà bạn thường xuyên qua lại. Khi tản bộ bạn hãy đối chiếu sơ đồ của bạn với thực địa. Có thể còn chưa ăn khớp ngay được, song sau một số lần luyện tập bạn có thể nắm vững nghệ thuật này trong một chừng mực nào đó.

Lê dĩ nhiên bản đồ tự tạo như vậy rất khái lược nhưng thường cần đến trong những chuyến đi dài. Đặc biệt đáng chú ý là loại "bản đồ biển" (hải đồ) đã từng được người dân ở đảo sử dụng. Dân ở quần đảo Macsan từ thời xưa vẫn thường đi xuống trên Thái Bình Dương mênh mông. Vậy mà họ không có khái niệm thậm chí về địa bàn. Nhưng họ lại có bản đồ riêng của mình. Họ có ý niệm rất độc đáo: trên khung bện bằng lá cọ có gắn cả que và vỏ sò. Nhiều năm trôi qua người ngoài mới nhận thức được bí

mặt của các bản đồ này. Đường như là que để chỉ làn sóng của đại dương, còn vỏ sò để chỉ các đảo. Chú ý quan sát đại dương trong nhiều thế hệ, những người dân đảo nhận thấy rằng *trên đường di chuyển khi gặp đất liền các làn sóng đổi lại làm cho hình dáng của chúng bị thay đổi đi*. Có nghĩa là căn cứ vào đường nét và phương hướng của sóng người ta có thể tìm tới đất liền.

• THEO MÔ TẢ

"Thung lũng này tuyệt vời làm sao! Tứ phía là núi, những tảng đá hồng sắc phủ đầy dây leo, những bờ dốc màu vàng, những doi đất... Còn kia là thảm tuyết lấp lánh, phía dưới là dòng Aragua giao hoà với dòng sông không tên khác, réo âm âm do nước từ các khe lạch tụ về, chạy dài như một sợi chỉ bạc và loang loáng như chú rắn đang dương vẩy".

Bạn hãy đọc lại những dòng này do chúng tôi trích từ thiên tiểu thuyết *"Một nhân vật thời đại"* của M.lu.Lecmônôp và trước các bạn như hiện lên một vùng đất sống động với tất cả các hoạ tiết của nó. Và giả như trong đoạn văn mô tả lại có những số liệu về vị trí tương quan của các địa vật và khoảng cách giữa chúng với nhau thì đã có thể soạn thành bản đồ khái lược gần đúng với thực địa.

Dưới đây lại xin dẫn đoạn văn mô tả *hòn đảo Bí Mật* từ cuốn tiểu thuyết cùng tên của Giuyn Vecnơ:

"Phía bờ bên kia, nơi những bạn đường của chúng tôi đặt chân tới, khi quả cầu của họ bị biến mất, thì xuất hiện

một vịnh rộng được giới hạn từ phía đông nam bằng một mũi đất nhọn...

Từ phía đông bắc có hai doi đất bảo vệ vịnh, giữa chúng lại là những eo nhỏ giống như mõm của một con cá mập lớn.

Theo hướng từ đông bắc đến tây nam, bờ nhô ra biển thành mũi tròn giống như một cái hộp sọ hơi dẹt của một con dã thú nào đó, và sau gần nơi có ngọn núi lửa đã tắt, một số địa vật nhô lên như cái bướu. Lại nữa, bờ biển kéo dài từ bắc đến nam thành một đường cong khá điều hoà cho đến một vịnh nhỏ ăn vào bờ tại giữa đường bao quanh đảo, còn đằng sau là mũi đã uốn lượn giống như cái đuôi của con quái vật khổng lồ...

Ở phần hẹp nhất - giữa Trusôbur và vịnh nằm tại bờ phía tây, đúng ở vị trí đối diện, - hòn đảo có mười dặm chiều ngang, còn ở phần rộng nhất - từ mũi đông bắc trông như hàm con cá mập và đến đầu tây nam của hòn đảo không dưới ba mươi dặm".

Sử dụng đoạn văn mô tả về đảo đã dẫn ở trên ta có thể bắt tay vào biên soạn bản đồ. Trước hết, trên tờ giấy ta vẽ một kim chỉ bắc - nam và một đường từ phía tây nam sang phía đông bắc. Đường này xác định hướng cơ bản của đảo. Ta chọn tỷ lệ và đặt trên đường nằm ngang 30 dặm. Điểm đó được nằm ở các đầu đường ứng với vị trí của mũi đông bắc của đảo và mũi đất giống như cái đuôi của con quái vật. Bây giờ ta chú ý đọc đoạn văn mô tả và căn cứ vào đó mà vẽ chu vi đường bờ, đồng thời tuân thủ điều kiện sao cho giữa Trusôbur và vịnh nằm ở bờ phía tây của đảo cách nhau 10 dặm.

Bản đồ đường bao quanh của đảo do chúng ta biên soạn được trình bày ở hình 45. Phải chăng hòn đảo của chúng ta rất giống một con vật tưởng tượng, kiểu con rồng, vừa có cánh vừa có chân nằm ngủ trên sóng Thái Bình Dương?

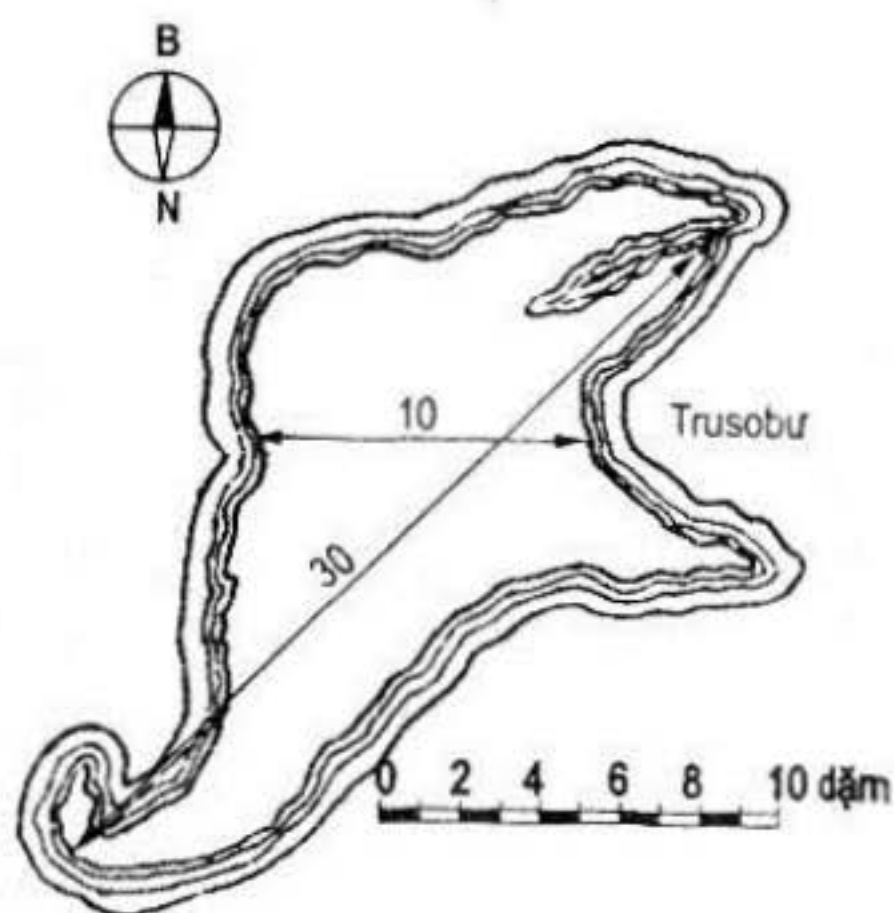
Nếu có thời gian bạn hãy thử tự vẽ hình hòn đảo. Bạn hãy đọc đoạn văn mô tả đường đi của

các nhân vật của chúng ta, ở đó chỉ rõ với đầy đủ chi tiết vị trí sông ngòi, ao hồ, rừng núi và các địa vật khác. Sử dụng lời mô tả, bạn hãy triển khai cẩn thận các đối tượng này vào vị trí của nó.

Tất nhiên, loại bản đồ như vậy rất khái lược. Song dù sao nó cũng cho ta một khái niệm về thực địa, nơi xảy ra sự kiện. Và giả như bản đồ được biên soạn theo lời mô tả một khu vực có thực của thực địa, thì hẳn là nó đã được sử dụng làm người dẫn đường.

BÀI TẬP : Bạn bắt được cuốn nhật ký của một người du lịch, trong đó mô tả đường đi của một đoàn người:

"Trại của chúng tôi nằm ở bên bờ phải dựng đứng của con sông Xênegiơ chảy từ hướng đông nam về hướng tây bắc. Bờ trái hoang vắng, sinh lầy với những bụi cây thưa



h45

Hình 45: Bản đồ đường bao quanh hòn đảo Bí Mật.

thời. Sáng sớm, đoàn chúng tôi đi về phía đông. Đi chừng 0,5 km chúng tôi quay về phía trái đến một con đường làng chạy từ nam lên bắc. Bên phải con đường có chằng một đường dây thông tin, sau đó rừng bạch dương. Nửa giờ sau đi được 2 km, đoàn quân tới một chiếc cầu bắc qua sông Prôtua - phụ lưu của sông Xênegiơ. Liên sau chiếc cầu, chúng tôi rời khỏi đường và đi về phía đông bắc theo bờ phải của con sông. Mặt đất ở đây nhiều cát với những cây còi cọc. Chúng tôi đã đi qua 1,5 km và trước mắt là làng Đupca".

Bạn hãy thử nghiệm các phương pháp đo vẽ. Bạn lấy một cái bút chì và một cái thước kẻ và trên tờ giấy trắng bạn hãy biên soạn một bản đồ vùng thực địa, nơi người du lịch đã đi qua. Tỷ lệ cứ 1 cm ứng với 200 m.

• BẰNG MẮT

Hiện nay người ta không lượng bằng mắt những khoảng không gian lớn. Dùng bản đồ địa hình biểu thị lãnh thổ thuận tiện hơn sơ đồ lượng mắt thể hiện. Còn đo vẽ theo tuyến đường nào đó thì phương pháp lượng bằng mắt vẫn được áp dụng rộng rãi tới bây giờ.

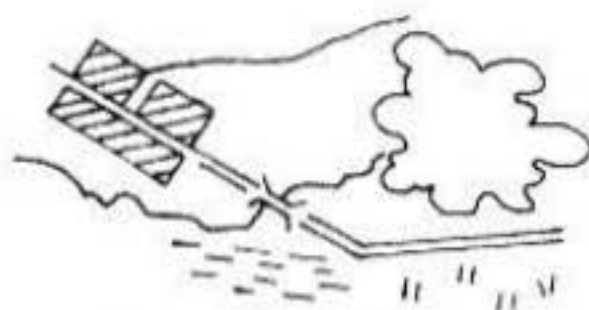
Chúng tôi sẽ giới thiệu một số nét về đo vẽ theo tuyến đường. Trước hết, cần xác định tỷ lệ đo vẽ, mà phần lớn phụ thuộc vào độ dài đoạn đường. Đường càng dài tỷ lệ đo vẽ càng cần nhỏ lại.

Đo vẽ lượng bằng mắt được tiến hành từ các điểm chuyển đổi. Mỗi điểm chuyển đổi tiếp theo được xác định bằng cách vạch hướng từ điểm trước và đặt khoảng cách

theo tỷ lệ đo vẽ. Khoảng cách được xác định bằng mắt hoặc bằng những phương tiện rất giản đơn khác. Khi vạch hướng bình đồ cần định hướng chính xác bằng địa bàn gắn luôn trên ván đo.

Thực địa theo các cạnh đường chuyển được lượng bằng mắt. Các vật định hướng cơ bản và các địa vật có thể chọn bằng phương pháp cực hoặc bằng phép giao hội từ các điểm chuyển đổi.

Các ký hiệu dùng cho đo vẽ ước lượng bằng mắt chủ yếu giống như dùng cho bản đồ địa hình. Các điểm dân cư, rừng và cây bụi được vẽ bằng những ký hiệu đặc biệt. Các điểm dân cư thể hiện bằng địa vật khái quát có sự đứt quãng ở chỗ có đường sá tiếp cận. Mỗi địa vật đặt một vạch nét từ tây nam đến đông bắc. Ký hiệu rừng vẽ theo một cách thức nhất định. Địa vật nào mà sau phải vẽ cẩn thận thì đều bố trí các hình vành khuyên cách từng quãng một. Sau đó chúng được nối với nhau bằng các hình vành khuyên nhỏ hơn. Đoạn đường đo vẽ với địa hình đã vẽ được trình bày ở hình 46.



Hình 46: Sơ đồ khu vực thực địa được biên soạn bằng phương pháp đo vẽ ước lượng bằng mắt.

Khi đo vẽ, bản vẽ đã được định hướng có thể giữ trong tay, tì lên ngực bằng dây chằng, đặt trên mặt đất, gốc cây, v.v., nhưng tốt nhất là dùng giá đỡ ba chân.

Chúng ta hãy làm quen với phương pháp đọc đảo đo vẽ bằng mắt.

Nhà bác học lớn X.V Obrutsep năm 1932 đã tham gia đoàn thám hiểm ở vùng cực đông bắc. Bắc Cực là một vùng khó khăn cho bất kỳ hoạt động công tác nào. Phải khảo sát một diện tích 700 nghìn kilômet vuông - ranh giới chia nước giữa sông Indighiaca và sông Côluma và toàn bộ bán đảo Trucôtca. Không phải dễ dàng tổ chức việc nghiên cứu địa lý trên những vùng không gian rộng lớn như vậy. Làm thế nào đây: dùng hươu, chó hoặc xe trượt tuyết? Dễ hiểu rằng, phương pháp thám hiểm như vậy khó cho được kết quả khả quan. X.V Obrutsep và đồng sự của ông là nhà bản đồ học nổi tiếng K.A. Xalisep đã quyết định tổ chức công tác nghiên cứu địa lý bằng máy bay. Những dự kiến đã hoàn toàn được thực hiện. Từ độ cao 1000 - 1500 m, các nhà nghiên cứu dùng cảm đã tiến hành đo vẽ trên không bằng phương pháp thị sát trên dải bay. Phương pháp này tiến hành như sau: dọc theo những đường bay dự định, các nhà nghiên cứu vẽ các dải thực địa có bề rộng đến 50 km. Những dải này dùng làm cơ sở cho việc thành lập bản đồ mà sau này người ta tiến hành nghiên cứu trên mặt đất theo bản đồ đó.

• PHƯƠNG PHÁP CÁC ĐƯỜNG VUÔNG GÓC

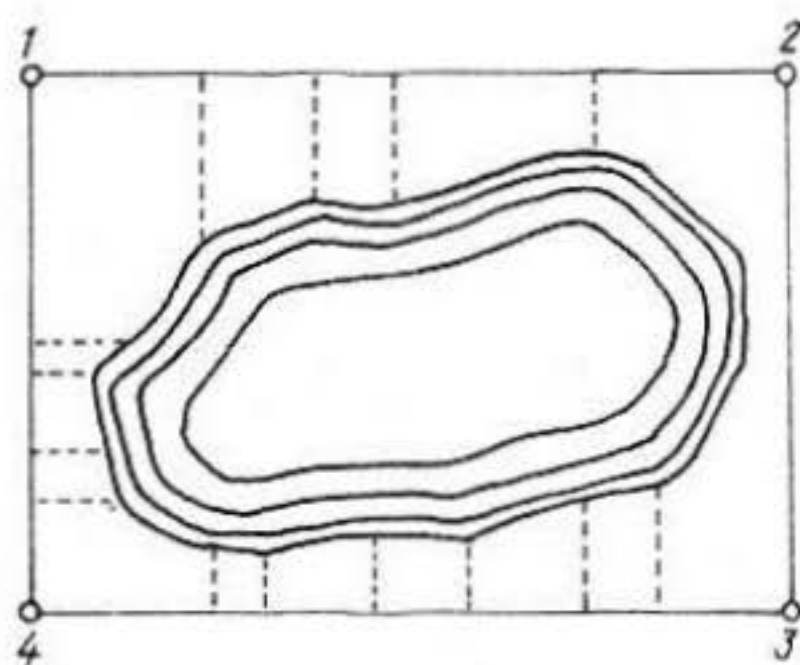
Bạn nhận được một căn hộ mới. Khi nhà đang còn xây dựng, hẳn bạn đã có một số lần ghé vào các phòng và có dự định nơi nào bố trí buồng ngủ, buồng ăn, song khi dọn đồ đạc đến và bắt đầu đưa vào các phòng để kê thì lại

nảy ra ý mới rằng, tủ sách che lấp cửa sổ, bàn chần lồi ra vào, còn giường và đi văng nói chung không nên kê gần nhau...

Để tránh phải kê đi kê lại mất thời gian, bạn cần có một sơ đồ căn hộ mới (với các cửa sổ và cửa ra vào). Sau khi lên sơ đồ theo một tỷ lệ nhất định, bạn cần đo toàn bộ đồ đạc. Sau đó dùng giấy dày bạn hãy cắt các hình chữ nhật, hình vuông và hình tròn thể hiện đồ đạc theo cùng tỷ lệ của sơ đồ và sắp xếp chúng trong sơ đồ cho đến khi thật ưng ý.

Từng bạn đọc có thể sắp xếp căn hộ theo sơ đồ mà không có khó khăn gì, bởi vì các góc trong căn hộ đều vuông. Cũng chính dựa vào nguyên lý này, người ta có thể đo vẽ bất kỳ đối tượng nào của thực địa.

Giả thiết ta phải đo vẽ hồ nước với đường bờ uốn lượn. Muốn vậy, xung quanh hồ cần dựng một hình chữ nhật (h.47), và tại các đỉnh góc của nó bố trí các tiêu ngắm 1, 2, 3, 4. Từ mỗi cạnh của hình chữ nhật ta đo độ dài của các đường vuông góc hạ từ các điểm tiêu ở trên bờ, và

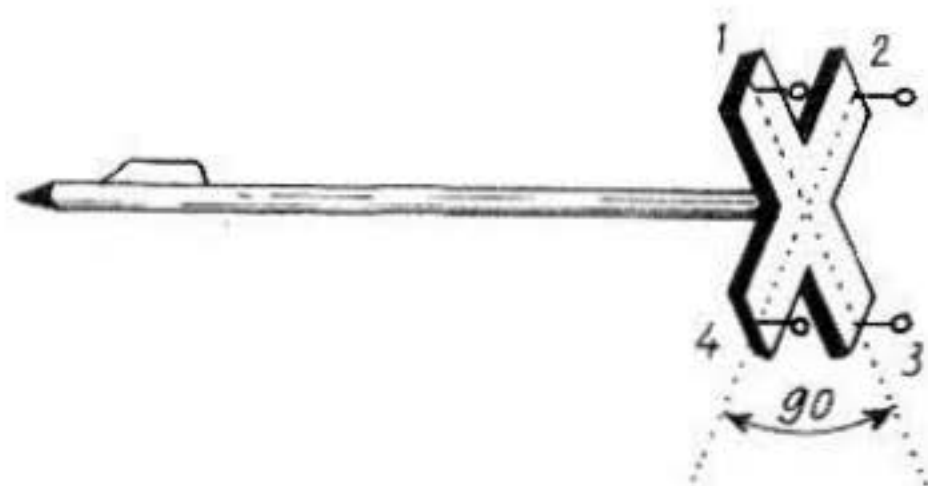


Hình 47: Đo vẽ hồ nước theo các đường vuông góc.

khoảng cách từ các điểm tiêu ngắm đến đáy của các đường vuông góc. Mọi số đo đều viết lên sơ đồ và sau đó theo

các số liệu này ta vẽ cẩn thận sơ đồ của hồ theo tỷ lệ đã định.

Dụng cụ cơ bản để đo vẽ loại này là êke (thước đo góc), một dụng cụ để dựng góc vuông. Êke dễ dàng làm lấy. Bạn hãy lấy hai miếng gỗ dán phẳng, gắn chéo chữ thập và dùng đinh với nẹp cố định chúng lại (h.48). Dùng thước dài và thước thợ kẻ trên hình chữ thập hai đường vuông góc với nhau và cả bốn đầu đều cắm kim găm. Như thế là ta đã có được một chiếc êke. Muốn dựng góc vuông ta dựng nó lên điểm bắt đầu (điểm khởi tính) và nhìn dọc các kim 1 và 3. Bạn cần đặt các tiêu ngắm theo tín hiệu của bạn. Tiêu ngắm thứ hai cũng đặt chính xác như vậy, nhưng theo hai kim găm khác (2 và 4). Bằng phương pháp đo trên thực địa mà ta dựng được góc vuông có đỉnh tại điểm đứng.



Hình 48: Êke (thước đo góc) tự tạo.

Có thể dùng thước thợ thông thường để thay cho êke. Đặt góc vuông của thước thợ vào mắt và theo một cạnh góc vuông bạn hãy ngắm vào tiêu ngắm mà từ đó bạn

muốn dựng một góc 90° . Không xê dịch thước thợ, bạn thận trọng đổi hướng ngắm dọc theo một cạnh góc vuông khác, và theo hướng này, bạn hãy đặt tiêu ngắm hoặc nhận dấu một điểm thực địa nào đó.

Ta thử xem thêm một trong những cách thức đơn giản nhất đo vẽ bằng đường vuông góc.

Cho rằng bạn có thể đặt đường thẳng vuông góc xuống đường nằm giữa hai tiêu ngắm. Bạn hãy đứng tại tim đường này, mặt hướng theo một tiêu ngắm và trong lúc quay đầu bạn hãy giang tay về phía mà bạn muốn vạch đường thẳng góc. Trong khi thao tác, bạn giơ ngón tay cái của tay giang ra quay đầu về phía đó và ghi nhận xem ngón tay cái che khuất vật nào, nếu như nhìn vào vật ấy (dùng mắt phải khi giang tay phải và dùng mắt trái khi giang tay trái). Bạn chỉ còn phải xem xét trên mặt đất đường thẳng cách chỗ bạn đứng đối với vật làm dấu - đó chính là đường thẳng góc phải tìm.

Mặc dù có phần đơn giản, phương pháp này với một sự rèn luyện nào đó sẽ bảo đảm độ chính xác đầy đủ để dựng trên thực địa những góc vuông.

Có thể tiến hành đo khoảng cách bằng bước chân. Nhiều người khi đi bộ bước những bước đều nhau, đến nỗi có thể dùng làm đơn vị chuẩn để đo khoảng cách. Thường độ dài bước chân bằng nửa vóc người nếu tính đến tròng mắt. Ở người lớn nó vào khoảng $0,7 - 0,8$ m.⁽¹⁾

(1) Tính theo vóc người Âu.

Để có được kết quả chính xác nhất, cần kiểm tra độ dài bước chân của mình, nhận biết được cái gọi là "giá trị" của bước chân. Khi kiểm tra, tốt nhất là tiến hành trên đường nhựa, nơi có cột kilômet, khoảng cách giữa chúng có thể là các bước chân đều lấy trị số trung bình.

Chẳng hạn, trong 1000 m số bước trung bình bằng 1430. Có nghĩa là độ dài của mỗi bước sẽ bằng 0,7 m (1000 : 1430).

Có một công thức thử nghiệm do M.Bêliacôp nêu ra để xác định độ dài trung bình (TB) của bước chân người theo tầm cao H của người đó:

$$TB = \frac{H}{4} \cdot 3 + 7$$

Bước chân thường tính theo bước đôi. Song người ta nhận thấy rằng, khi tính bước chân bằng bước đôi, bước chân dùng để tính bị mỗi nhanh hơn. Do đó tính theo bước ba lại có phần thuận tiện hơn cả. Trong trường hợp này việc tính toán phải tuân theo trật tự chân trái và chân phải. Chịu khó luyện tập đôi chút là có thể có thói quen tính bước chân một cách máy móc mà không bị chệch khi xem xét thực địa.

Để tránh đổi bước sang mét, mà sau đó, khi triển khoảng cách trên sơ đồ, mét lại phải đổi sang milimet, người ta biên soạn tỷ lệ của bước. Giả sử rằng 1 kilômet ứng với số lượng 444 bước ba, công việc đo vẽ được tiến hành theo tỷ lệ 1 : 25000. Theo tỷ lệ này, 1 km trên thực địa bằng 4 cm trên sơ đồ, như vậy, 1 cm sơ đồ sẽ tương ứng

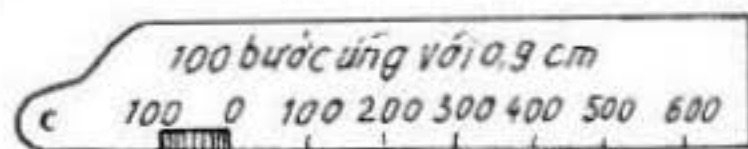
với 111 bước ba trên thực địa. Có thể xây dựng tỷ lệ như vậy, nhưng lại không tiện dụng. Tốt hơn là tính một cơ số khác của tỷ lệ để có được số tròn ba bước, thí dụ, tròn 100 bước chẳng hạn. Từ tỷ lệ thức ta tìm được:

$$1 \text{ cm} - 111 \text{ bước ba},$$

$$x \text{ cm} - 100 - -$$

$$x = \frac{100}{111} = 0.9 \text{ cm}$$

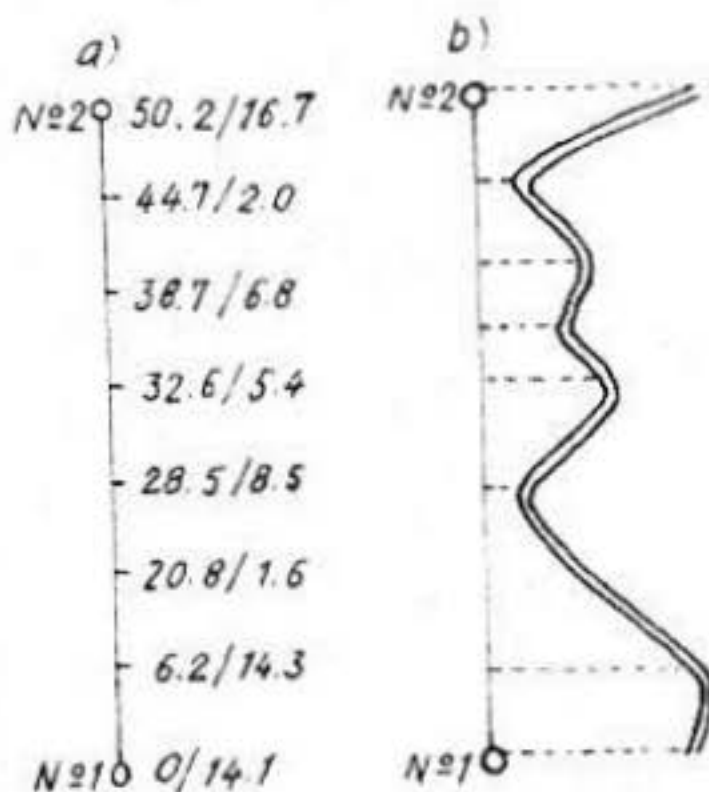
Tỷ lệ các bước được xây dựng trên bìa cactông hoặc



Hình 49: Tỷ lệ của bước chân.

bìa giấy cứng. Cẩn chia vạch đến tận mép để sao cho đo được khoảng cách trên bản đồ không dùng compa (h.49).

BÀI TOÁN : Một sinh viên đi thực tập và người ta giao ngay cho anh ta vẽ bình đồ (sơ đồ) con suối. Sinh viên mong có ảnh máy bay hoặc ảnh mặt đất của khu vực thực địa, nơi dòng suối chảy qua, nhưng anh ta lại nhận được một cuốn sổ đo. Trong sổ đo có trình bày bản vẽ như ở hình h.50,a. Tất cả các đường nét và con số nói lên cái



Hình 50: Sổ ghi (a) và sơ đồ con suối biên vẽ theo các số đo này (b).

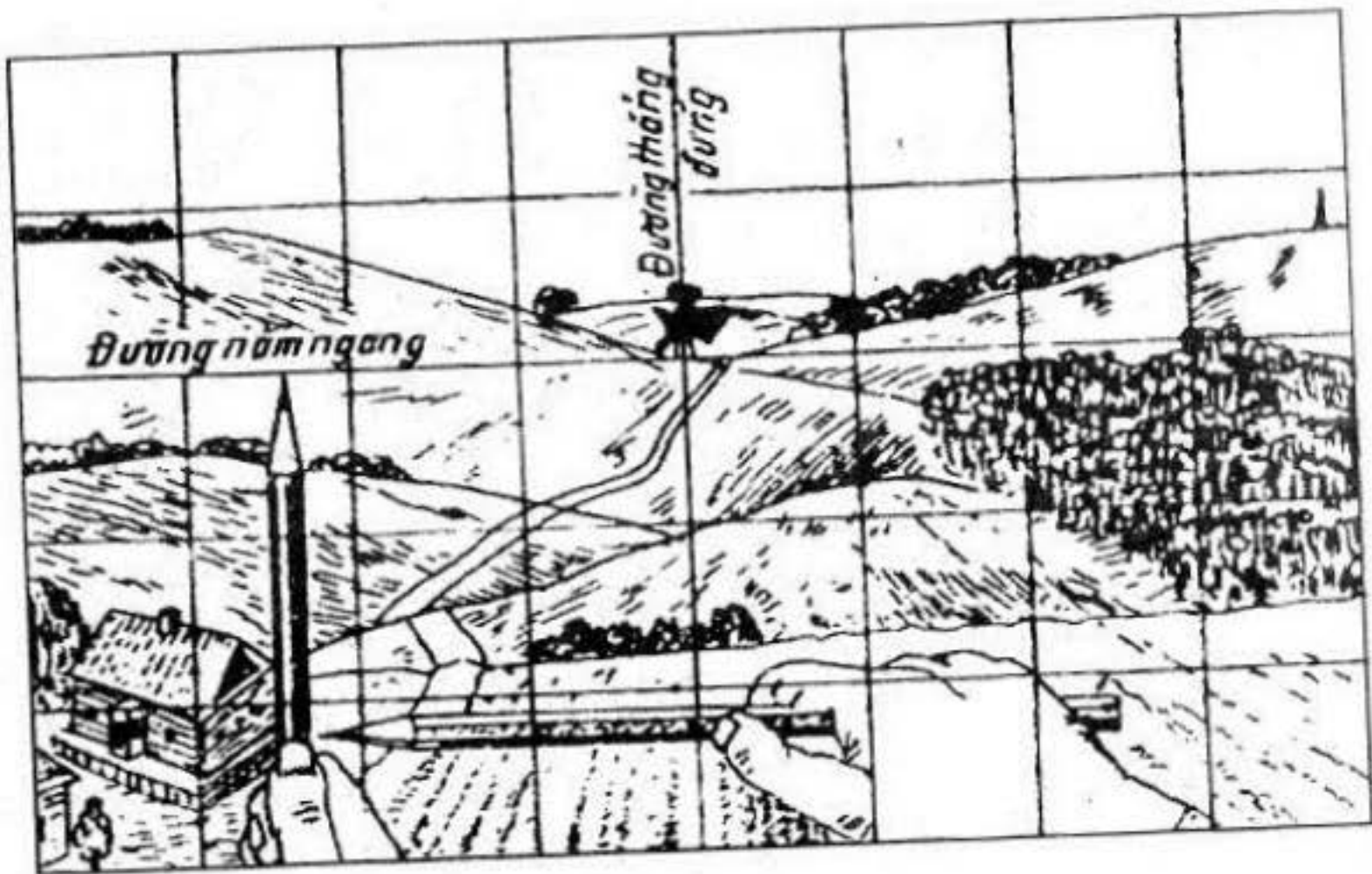
gi? Cuối cùng anh ta được giải thích rằng, số liệu các điểm giới hạn các khoả đường kinh vĩ, còn các nét vạch chỉ sự rẽ quạt của dòng suối. Những số ghi tại các điểm và các nét vạch dưới dạng phân số, có nghĩa là: tử số chỉ khoảng cách tính bằng mét từ đầu đường theo hướng đường chuyển, con mẫu số chỉ khoảng cách theo đường vuông góc từ đường chuyển đến con suối. Bây giờ đã dễ vẽ bình đồ con suối: muốn vậy phải đặt tỷ lệ nhất định các khoảng cách để chỉ ra và các điểm thu được nối bằng đường cong điều hoà, như đã trình bày ở hình 50,b.

Đề nghị bạn đọc che lấp phần phải của bức tranh và tự mình tiến hành vẽ con suối theo tỷ lệ 1 : 1000 (1 cm ứng với 10 m), và sau đó so sánh với hình vẽ.

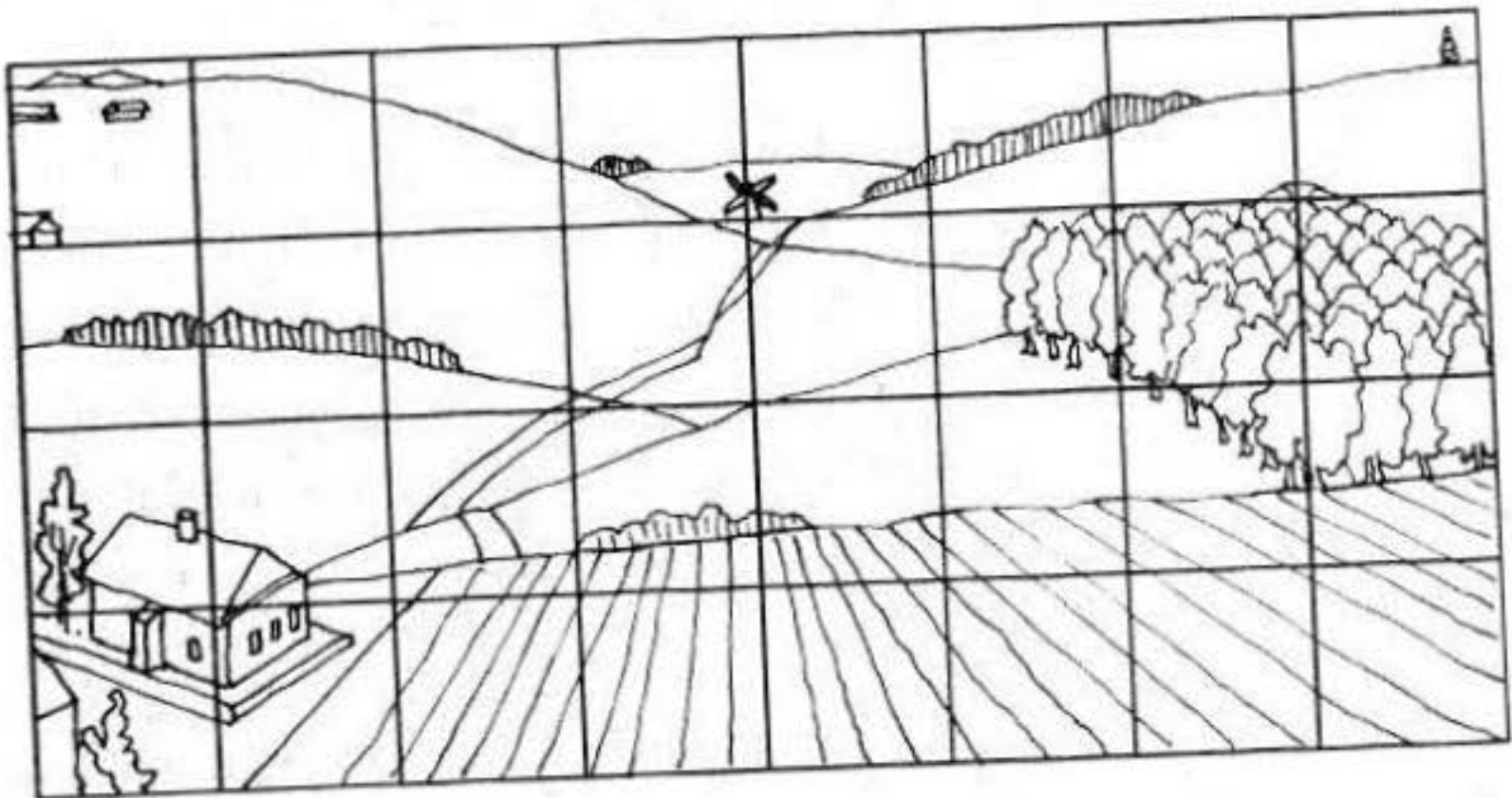
• THỰC ĐỊA TRONG PHÉP PHỐI CẢNH

Thực địa có thể đo vẽ không chỉ trong bình đồ, mà cả trong phép vẽ phối cảnh. Kết quả là ta được bản vẽ phối cảnh hoặc đồ giải vùng thực địa. Để có được bản vẽ phối cảnh trên giấy sạch, ta kẻ một đường nằm ngang và một đường thẳng đứng, từ các đường này về sau ta sẽ đặt các khoảng cách đến các địa vật và các dạng nổi bật của địa hình.

Người ta lấy đường đi qua nơi trông mắt người đo ngắm làm đường nằm ngang. Muốn xác định vị trí của nó trên thực địa, bạn hãy đưa ngang bút chì lên trông mắt và trong khi giữ nó nằm ngang, bạn hãy nhận xét xem nó che khuất vật gì. Qua chúng sẽ vạch các đường nằm ngang. Ta chọn



a)



b)

Hình 51: Đo vẽ phối cảnh nhờ bút chì và mạng lưới hình vuông:
a- dạng thực địa ; b- hình vẽ phối cảnh.

đường thẳng đứng sao cho nó đi qua một vật định hướng nào đó và gắn sát với giữa bản vẽ.

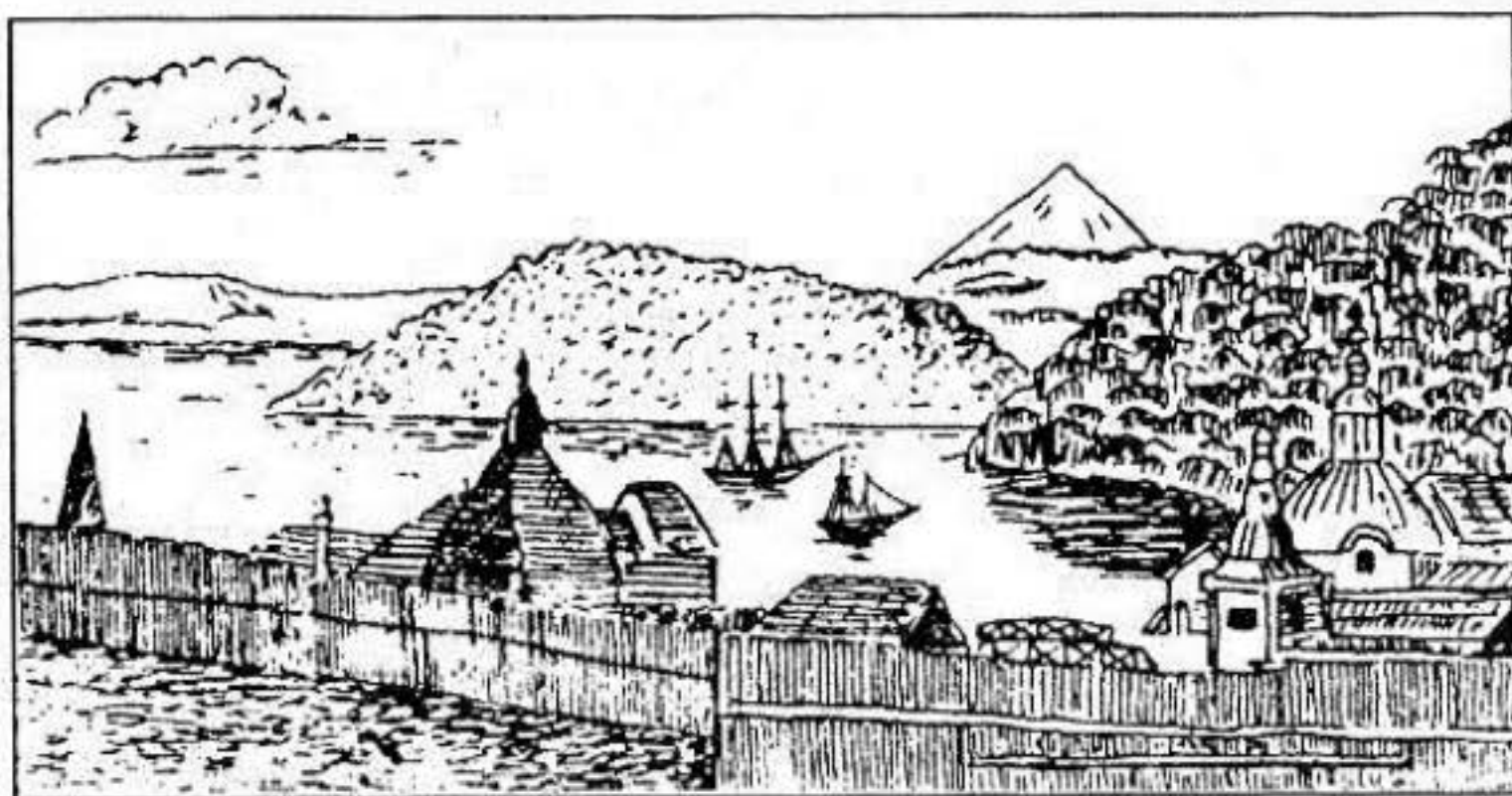
Có thể dùng bút chì để vạch các khoảng cách nhìn thấy, giữ nó trên khoảng cách của cánh tay giang ra sao cho đầu trên trùng với đường nằm ngang hoặc với đường thẳng đứng như đã chỉ ở hình 51.

Dùng móng tay xiết vào chỗ bút chì, mà đối diện với chỗ đó là vật ta sẽ triển được nó lên bản vẽ. Nếu các đoạn thu được bằng cách đó đặt trên giấy mà không tăng và không giảm chúng, thì tỷ lệ đo vẽ phối cảnh sẽ là 1 : 1. Còn nếu hình vẽ không bố trí trên bảng vẽ, thì tất cả các đoạn đo được khi đặt ta giảm đi hai hoặc ba lần. Trong trường hợp này, tỷ lệ của bản vẽ sẽ là 1 : 2 hoặc 1 : 3.

Khi triển lên bản vẽ các địa vật cần tuân thủ định luật cơ bản vẽ phép vẽ phối cảnh : mọi đường thẳng song song đều gặp nhau tại vô cực. Công việc đo vẽ được giảm thiểu rất nhiều nếu sử dụng lưới ô vuông chế trên nền trong suốt. Nó phải luôn cách xa mắt một khoảng nhất định. Muốn vậy nên gắn nó vào một sợi dây chằng có kích thước xác định, kích thước này tùy thuộc vào tỷ lệ đo vẽ. Khi dùng lưới, buộc dây lưng vào cổ sao cho lưới bị kéo căng luôn ở cách mắt một khoảng cố định. Suốt thời gian đó vẽ mỗi lần cần đặt lưới cùng một vị trí, đồng thời để chụp một sợi trong mạng chỉ chữ thập với cùng một địa vật nào đó.

Nếu như bạn có năng khiếu hội họa thì bạn có thể làm cho bản vẽ sinh động hơn bằng những họa tiết về phong cảnh chẳng hạn. Thường các nhà thám hiểm nổi tiếng và

các nhà du lịch lớn đều là những người vẽ tốt và họ không chỉ do vẽ mặt bằng mà còn vẽ phối cảnh nhiều phong cảnh thực địa. Trên hình 52 trình bày bức vẽ phối cảnh cảng Pêtrôpaplôpxơ do một người tham gia đoàn thám hiểm V.M.Gôlôvin thực hiện vào đầu thế kỷ XIX. Những bạn đọc hiện đang sống ở Pêtrôpaplôpxơ hẳn sẽ thú vị biết bao khi tìm lại được quang cảnh hiện nay, nơi trước đây đã được vẽ nên bức tranh phong cảnh đó. Khi so sánh cảnh thực và bức tranh, có thể khẳng định rằng, địa hình và hình dáng đường bờ hầu như giống nhau một cách kỳ thú. Trong một thế kỷ rưỡi, sự thay đổi trên thực địa là ở chỗ, đã xuất hiện một trong những thành phố lớn nhất của miền cực đông bắc Liên Xô.



Hình 52: Hình vẽ phối cảnh cảng Pêtrôpaplôpxơ đầu thế kỷ XIX.

Đo vẽ phối cảnh là một quá trình lao động nhiều công sức. Dùng máy ảnh chụp thực địa nhẹ nhàng hơn nhiều.

Khi chụp ảnh từ một điểm có thể thu được một số ảnh che phủ. Nếu sau đó ghép chúng lại thì sẽ được toàn cảnh bằng ảnh mà trên đó ta có thể quan sát được một vùng thực địa rộng lớn. Chụp ảnh dạng phối cảnh cần tiến hành từ một điểm cao nào đó và với độ mở chấn sáng nhỏ. Chỉ trong trường hợp đó mới có được tấm ảnh nhiều bình diện với sự thể hiện đậm nét thực địa xa cũng như gần. Song ảnh chụp không thể hoàn toàn thay thế bức vẽ phối cảnh: hiện nay phép vẽ phối cảnh vẫn được sử dụng để minh họa thực địa.

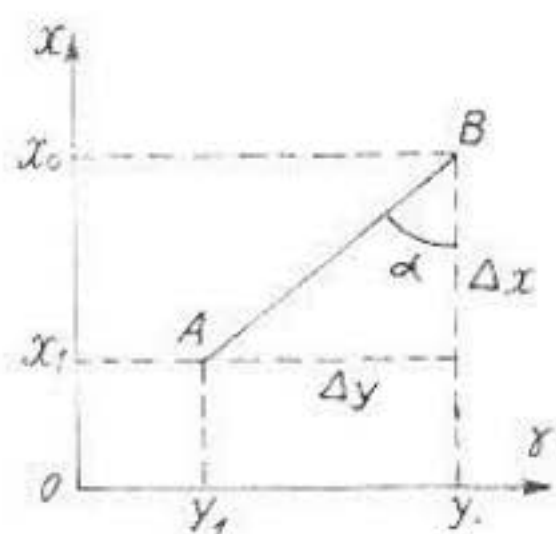
• SUỐN CỐT BẢN ĐỒ

Trên bản đồ ta chỉ có được vị trí chính xác của địa vật trong trường hợp bản đồ được xây dựng trên cơ sở có các điểm khống chế đã được xác định tọa độ từ trước. Giống như khi xây dựng một căn nhà, công việc đầu tiên là xây dựng khung, khi đo vẽ địa hình, trước hết phải xây dựng cơ sở của nó, tức xây dựng hệ thống điểm khống chế. Mỗi điểm khống chế đều có tọa độ của nó, dùng tọa độ này người ta triển điểm lên bảng vẽ. Nhà địa hình học mang bảng vẽ ra dã ngoại và tiến hành đo vẽ thực địa từ các điểm khống chế. Nhà địa hình học khi đo vẽ bản đồ nên sử dụng không phải tọa độ địa lý mà là tọa độ vuông góc được tính từ hai trục vuông góc với nhau. Trong toán học, đường nằm ngang là trục hoành (X), còn đường thẳng đứng là trục tung (Y). Trong địa hình học, vị trí của các trục quay đi 90° . Trục X là trục thẳng đứng trùng với hướng bắc nam. Tại sao nhà địa hình học và nhà trắc địa là mâu thuẫn với nhà toán học như vậy?

Sự khác biệt về ký hiệu tọa độ có một cơ sở khoa học nghiêm ngặt. Vấn đề là ở chỗ, từ thời cổ con người đã sử dụng địa bàn và căn cứ vào đó mà tính các góc từ đầu bắc của kim nam châm. Bản đồ, như mọi người đều biết, được định hướng theo phía bắc. Điều đó đến lượt nó lại kéo theo sự cần thiết quay trục tọa độ làm sao cho duy trì được dấu của hàm số lượng giác. Vậy thì đường thẳng nào trong địa hình học được chấp nhận làm trục X và Y ? Trục Y là đường xích đạo. Từ đó lên phía trên và xuống phía dưới được xem là trục hoành với các trị số hoành độ. Còn về trị số tung độ thì ở đây có sự phức tạp đôi chút. Đối với các bản đồ địa hình không thể sử dụng một trục: chúng được thành lập theo các múi sáu độ. Do đó, tại mỗi múi số dọc tung độ tính theo từ kinh tuyến trục, đồng thời trị số tung độ của kinh tuyến trục được quy ước bằng 500 km. Làm như vậy để cho trị số tung độ trên toàn múi bao giờ cũng dương.

Có thể tính được tọa độ vuông góc từ tọa độ địa lý. Giả thiết rằng, Trái Đất có dạng hình cầu. Trong trường hợp này, vĩ độ của một điểm bất kỳ được tính sang hoành độ X bằng cách nhân trị số của nó tính bằng độ với khoảng cách ứng với 1° . Chẳng hạn, nếu một điểm nằm tại vĩ độ 27° , thì coi là 1° trên quả cầu Trái Đất ứng với 111,1 km ($40000 \text{ km} : 360^\circ$), ta sẽ được tọa độ X bằng 3000 km ($27 \cdot 111,1$). Nhưng Trái Đất không phải là quả cầu, mà là thể elipxôit, và do đó tính toán phức tạp lên một chút. Cả việc tính toán tọa độ Y cũng phức tạp như vậy. Ngay một độ kinh tại các vĩ độ khác nhau cũng có trị số khác nhau

- tại xích đạo nó bằng 111,1 km, còn tại hai cực nó gần bằng số không. Các nhà trắc địa và địa hình có thể tính đổi nhanh chóng và chính xác tọa độ địa lý của điểm bất kỳ sang tọa độ vuông góc.



Hình 53: Các tọa độ vuông góc trên bản đồ.

BÀI TOÁN : Tọa độ vuông góc thuận tiện hơn tọa độ địa lý nhiều. Bạn nhớ lại rằng, các bài toán đại số học xưa được giải một cách đơn giản nhờ phương pháp tọa độ. Giả sử bạn đã biết tọa độ của hai điểm A và B (h.53), bạn có thể xác định khoảng cách giữa chúng được không?

Bạn hãy nhìn vào hình vẽ. Khoảng cách AB là cạnh huyền của hình tam giác vuông, còn các cạnh góc vuông của nó sẽ chênh nhau, hoặc như các nhà địa hình thường nói là có số gia tọa độ Δx và Δy . Có nghĩa là:

$$AB = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

BÀI TOÁN. Bạn thử giải thêm một bài toán nữa: cho các tọa độ của điểm A, khoảng cách AB và góc α (xem h.53). Hãy xác định tọa độ điểm B. Nhìn vào hình vẽ và bạn sẽ khẳng định rằng, giữa các đại lượng tồn tại một hệ thức khá đơn giản:

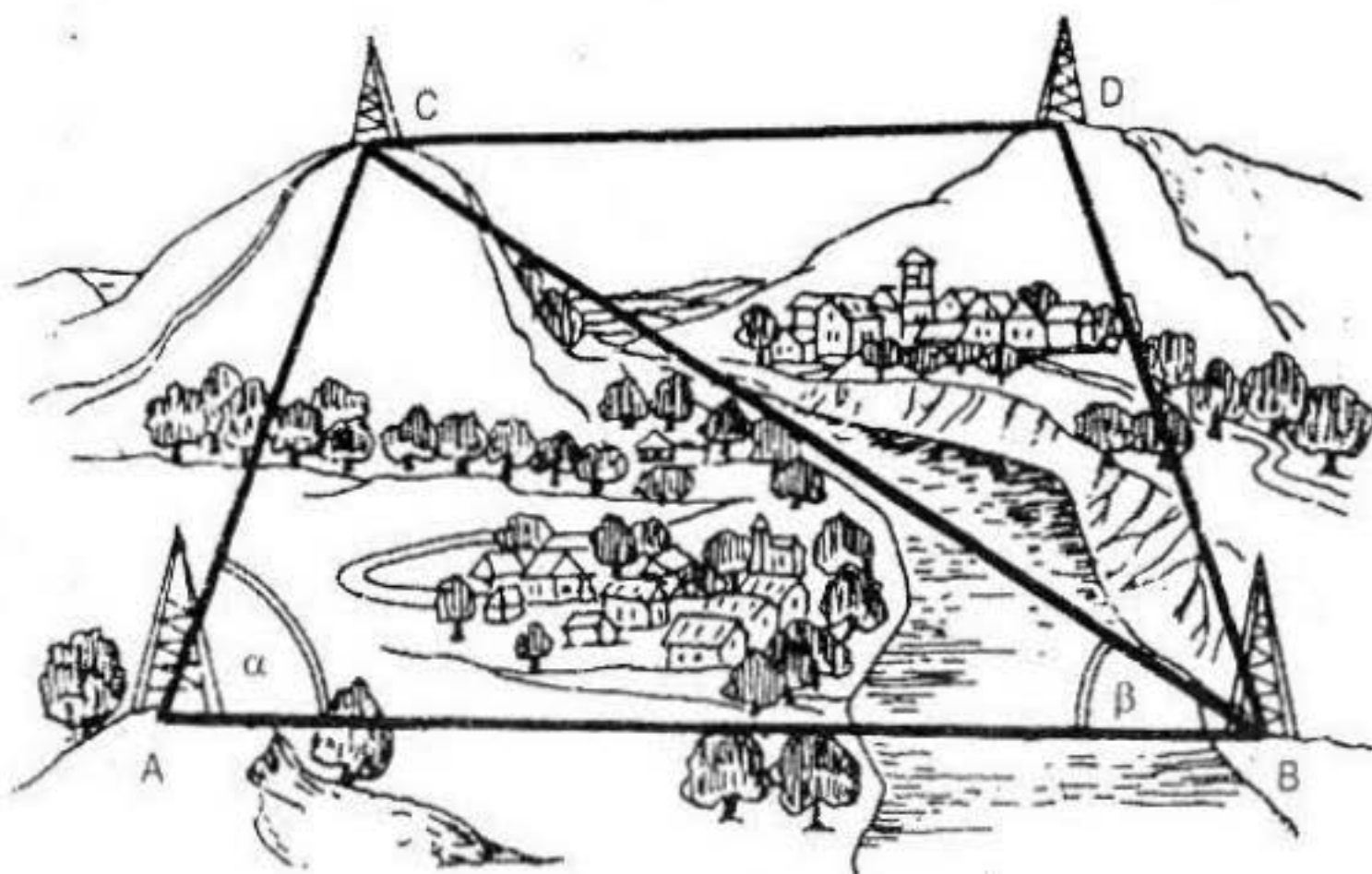
$$x = AB \cos \alpha; \quad x_B = x_A + \Delta x;$$

$$y = AB \sin \alpha; \quad y_B = y_A + \Delta y.$$

Thay vào công thức các số liệu góc, ta sẽ xác định được toạ độ điểm B . Các nhà địa hình thường phải giải bài toán như vậy khi tăng dày mạng lưới điểm khống chế căn cho đo vẽ bản đồ.

• CÁC HÌNH TAM GIÁC TRÊN MẶT ĐẤT

Quan trắc thiên văn không thể thiếu được để xác định toạ độ các điểm khống chế. Công việc này chiếm khối lượng rất đồ sộ và việc tiến hành đầy khó khăn. Năm 1614, nhà thiên văn học kiêm nhà toán học người Hà Lan tên là Xneliux đã đề xuất một phương pháp tiện lợi và chính xác hơn để xác định các điểm khống chế, phương pháp này được gọi là *đo đạc tam giác*. Bạn đã có lần gặp những tháp gỗ trên đỉnh có bề ngấm hình trụ nhỏ? Các tháp như



Hình 54: Sơ đồ lưới đo đạc tam giác.

vậy được đặt trên các điểm cao và do vậy dễ dàng nhận biết từ các phía. Tháp lớn được gọi là cột tiêu đại, tháp nhỏ - gọi là cột tiêu thường. Cột tiêu đại và cột tiêu thường đều dựng ở đỉnh của hình tam giác mà cạnh là cạnh chuyển tiếp (h.54). Hệ thống hình tam giác đó gọi là *lưới tam giác*.

Cơ sở toán học của lưới tam giác rất đơn giản. Mỗi hình tam giác, như mọi người đều biết, gồm sáu yếu tố: ba cạnh và ba góc. Nếu trong một hình tam giác đã biết hai góc và một cạnh, thì, dùng định lý sin người ta có thể xác định được hai cạnh kia. ưu điểm ở đo đạc tam giác là ở chỗ, nó giảm đến tối thiểu công việc đo dài vất vả. Chỉ còn phải xác định một cạnh - cạnh đáy, thực ra là người ta đo cạnh đáy với độ chính xác lớn và thận trọng nhất. Các góc của hình tam giác trừu tượng và đo bằng dụng cụ đo góc - *máy kinh vĩ (têôđôlit)*. người đo ngắm đầu tiên bắt vào ống kính ngắm một đỉnh của hình tam giác, rồi đến đỉnh khác rồi sau đó theo bàn độ nằm ngang của máy đọc trị số góc.

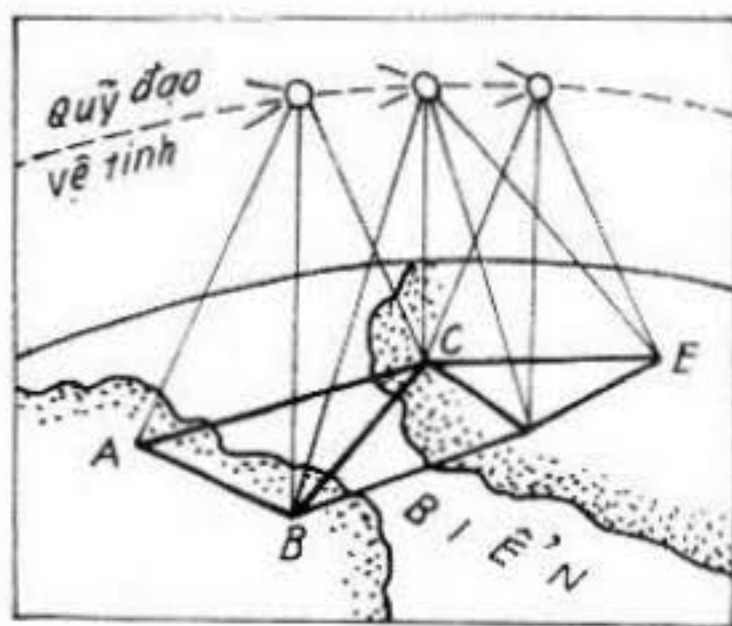
Toàn bộ hệ thống lưới đo đạc tam giác của Liên Xô lấy điểm gốc là tâm của mái vòm *đài thiên văn Puncôvô*, có tọa độ được xác định bằng phương pháp thiên văn với độ chính xác cao. Tọa độ của các điểm còn lại của lưới tam giác thì tính toán ra.

Các điểm của lưới tam giác, hoặc như người ta vẫn thường gọi là các điểm trắc địa, tạo thành trên mặt đất một hệ thống kỳ vĩ các điểm khống chế đo vẽ địa hình. Theo các tọa độ vuông góc đã biết, chúng được triển lên

bảng vẽ và sau đó từ chúng người ta tiến hành đo vẽ địa vật và địa hình.

Hiện nay người ta áp dụng lưới tam giác vũ trụ thay thế cho lưới tam giác mặt đất cổ điển. Lưới đo đạc tam giác vũ trụ dùng một công cụ đặc biệt gọi là vệ tinh nhân tạo trắc địa của Trái Đất. Mỗi vệ tinh có kèm theo máy móc vô tuyến trắc địa được phóng lên theo quỹ đạo xác định có tính toán trước.

Hình 55 trình bày nguyên lý xác định vị trí địa vật bằng vệ tinh. Phải chăng lưới tam giác này giống với lưới đo đạc tam giác thông thường? Chỉ có điều là các góc đều được đo từ mỗi điểm mặt đất đã đánh dấu tới vệ tinh. Trong khi đó, việc đo



Hình 55: Đo đạc tam giác vũ trụ.

cùng một lúc từ tất cả các điểm ở mỗi thời điểm xác định nghiêm ngặt. Ngoài ra, cũng vào thời điểm này từ mỗi điểm người ta xác định khoảng cách đến vệ tinh theo tín hiệu vô tuyến phát ra từ đó. Dùng các trị số góc và trị số độ dài thu được người ta xác định tọa độ các điểm mà từ đó tiến hành đo ngắm.

Nhờ vệ tinh trắc địa có thể xác định khoảng cách trên mặt đất giữa các điểm bất kỳ, thậm chí bị ngăn cách với

hiển, và chính vì vậy người ta tính toán chính xác hơn hình dạng và kích thước Trái Đất.

BÀI TOÁN : Độ chính xác xác định điểm tam giác trước hết phụ thuộc vào độ chính xác đo góc trong hình tam giác. Để đo ngắm tại các điểm trong hình tam giác người ta dùng máy kinh vĩ chính xác cao. Bạn hãy thử tính sai số độ dài nào có thể xác định điểm tam giác khi đo ngắm bằng máy kinh vĩ bảo đảm độ chính xác đo góc là $1''$.

Nếu tại vòng tròn vạch một góc ở tâm 1° , thì cung của nó sẽ nhỏ thua bán kính 57 lần. Còn giây góc, như đã biết, bằng $\frac{1}{360}$ độ. Từ đây rút ra rằng, cung vòng tròn đối diện với góc 1 giây, nhỏ thua bán kính gần 200 000 lần. Để dàng xác nhận điều này bằng tính toán đơn giản nhất:

$$\frac{1}{57} \cdot \frac{1}{3600} \approx \frac{1}{200\ 000}$$

Bạn đọc nào muốn hình dung cụ thể về trị số góc 1° thì nên làm như sau. Cắm vào đất hai que găm cách nhau 1 mm. Buộc vào mỗi que găm một sợi chỉ và đi cách xa kim một khoảng cách 200 m. Bây giờ nếu nối các đầu chỉ tự do, thì chúng tạo thành góc một giây.

Chúng ta thừa nhận rằng, sai số đo góc một giây tạo ra sự xô dịch ngang về vị trí của điểm được xác định là $1/200\ 000$ khoảng cách giữa điểm khởi tính và điểm được xác định. Chẳng hạn, khoảng cách giữa hai điểm tam giác là 20 km. Trong trường hợp này, sai số về vị trí của điểm được xác định cả thảy bằng 10 cm ($20\ 000\text{m} : 200\ 000$).

Như vậy là có thể xác định các điểm của lưới tam giác trên mặt đất với độ chính xác cao.

- **ĐO VẼ TRÊN "BÀN NHỎ"**

Mục đích cuối cùng của đo vẽ là có được hình ảnh của thực địa. Đo vẽ các đối tượng thực địa đòi hỏi những công việc sau: đo góc, cạnh và dựng chúng trên giấy. Những công việc này thống nhất về một mối gọi là *đo vẽ bàn đạc*.

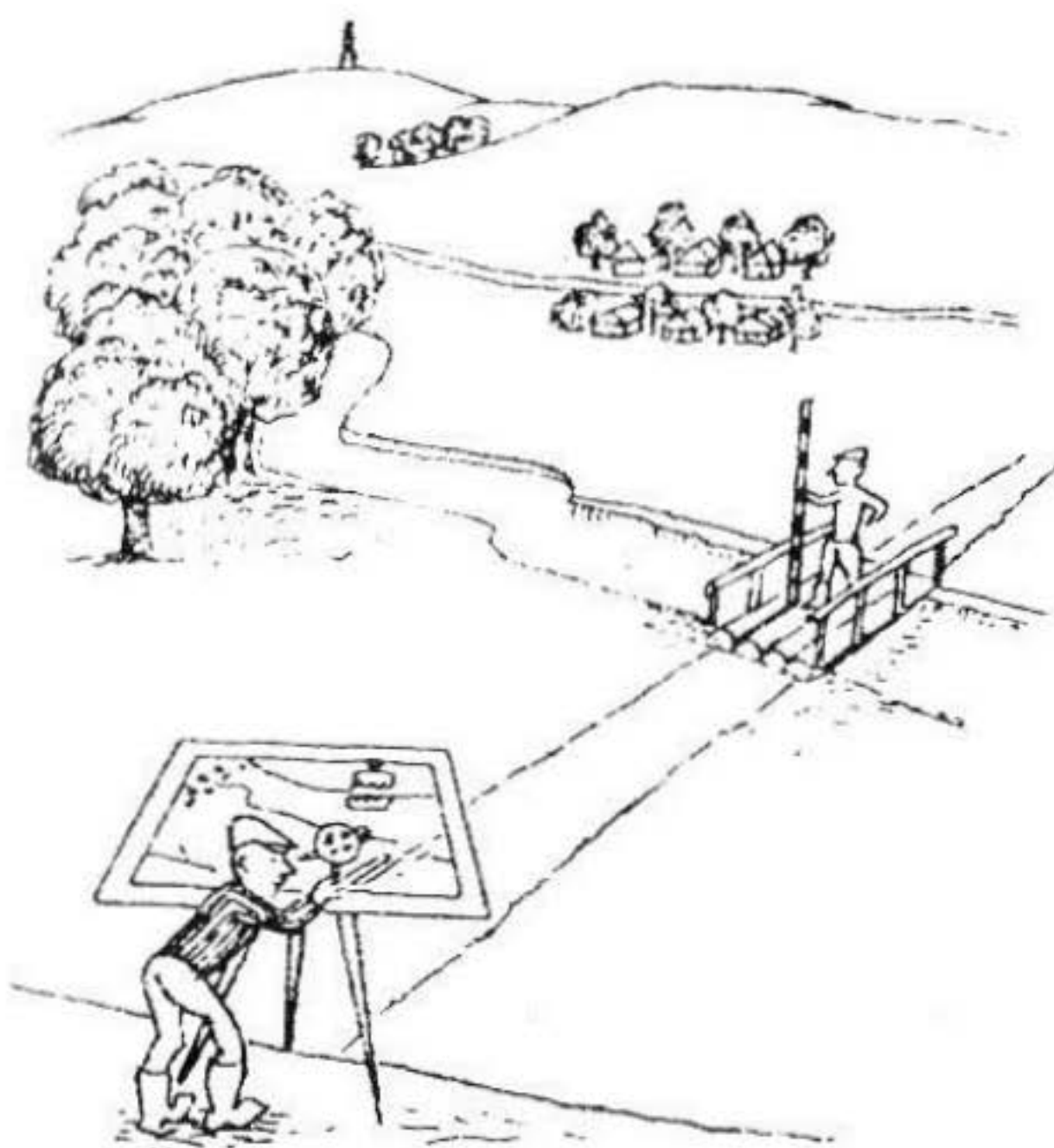
Mặc dù từ khi sáng chế, bàn đạc không ngừng được cải tiến, nhưng về thực chất nó vẫn như cũ, gồm một bàn nhỏ, trên có gắn bảng vẽ để vẽ thực địa và một cái giá ba chân.

Ngoài bàn đạc có giá ba chân, bộ dụng cụ đo vẽ còn có máy đo góc và địa bàn từ tính.

Máy đo góc dùng để vạch trên các ván đo các góc, nhằm đo khoảng cách và chênh cao trên thực địa. Máy gồm một thước kim loại, trên đó gắn một ống ngắm có chỉ đo và có bàn độ thẳng đứng để đọc số góc. Trục ngắm của ống kính song song một cách chuẩn mực với mép thước.

Địa bàn từ tính là một địa bàn lớn. Nhờ dùng địa bàn, bảng đo được định hướng đối với các cạnh của đường nằm ngang.

Trước khi bắt tay vào đo vẽ, người ta lấy một tờ giấy vẽ tốt và dán vào một tấm nhôm làm *bảng vẽ*. Sau đó triển lên bảng vẽ theo tọa độ các điểm khống chế và các góc khung trong phạm vi sẽ tiến hành đo vẽ. Bảng vẽ gắn chặt vào bàn đạc, sau đó bắt đầu đo vẽ.



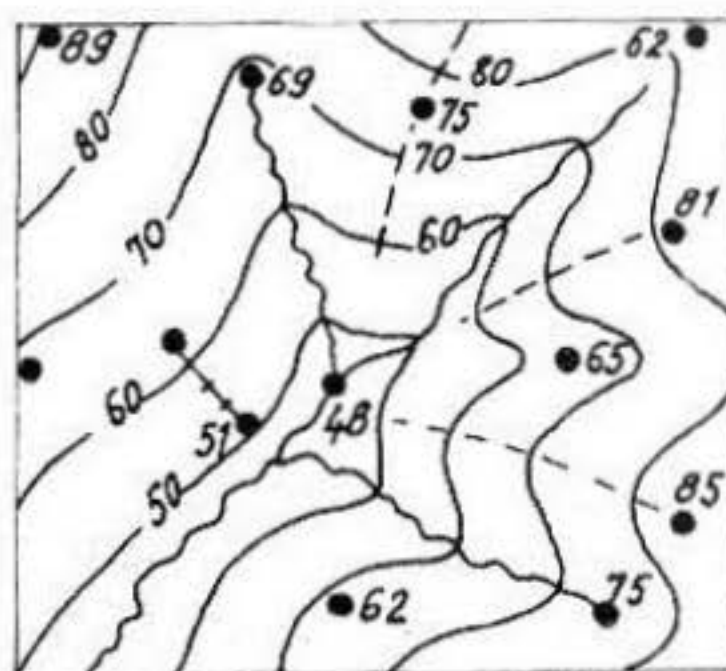
Hình 56: Đo vẽ bản đồ.

Giả sử chúng ta có nhiệm vụ đo vẽ vùng thực địa thể hiện ở hình 56. Cần bắt đầu công việc từ điểm đã triển lên bảng vẽ theo tọa độ. Tại điểm này ta đặt bàn đạc ở vị trí nằm ngang và định hướng bảng vẽ theo các cạnh của đường nằm ngang. Sau đó dùng máy đo góc và mia xác định khoảng cách và hướng đến các điểm đặc trưng của thực địa và triển chúng lên bảng vẽ theo tỷ lệ thích hợp. Như vậy sẽ phải xoay song ngòi, đường sá, góc rừng, bụi cây và các địa vật khác. Nối các điểm nhận được bằng các đường tương ứng, ta được trên bảng vẽ sự biểu thị mang tính chất bản đồ của thực địa.

Ta tiếp tục xác định trên bảng vẽ vị trí của điểm đứng tiếp theo và lặp lại các thao tác như trước.

Các nhà địa hình học dùng các ký hiệu để thể hiện trên bảng vẽ các địa vật và các chi tiết địa hình (bờ dốc, nương xói, gò đồi). Còn làm thế nào biểu thị được hình dạng địa hình, xác định được chênh cao của một điểm thực địa so với điểm khác và độ cao tuyệt đối của các điểm so với mặt biển? Muốn vậy, các nhà địa hình lại phải dùng máy đo góc. Hướng ống kính vào điểm đặc trưng của địa hình và theo góc đo được và khoảng cách tới điểm mà xác định chênh cao theo tỉ lệ đã biết (xem h.9).

Trên thực tế khi đo vẽ để xác định chênh cao, người ta dùng bảng, trong đó tính trước chênh cao cho các khoảng cách và các góc nghiêng khác nhau. Sau khi có được trên bảng vẽ vị trí và độ cao của các điểm đặc trưng địa hình, nhà địa hình xác định các vị trí các đường đồng mức độ



Hình 57: Biểu thị địa hình bằng đường bình độ (đồng mức).

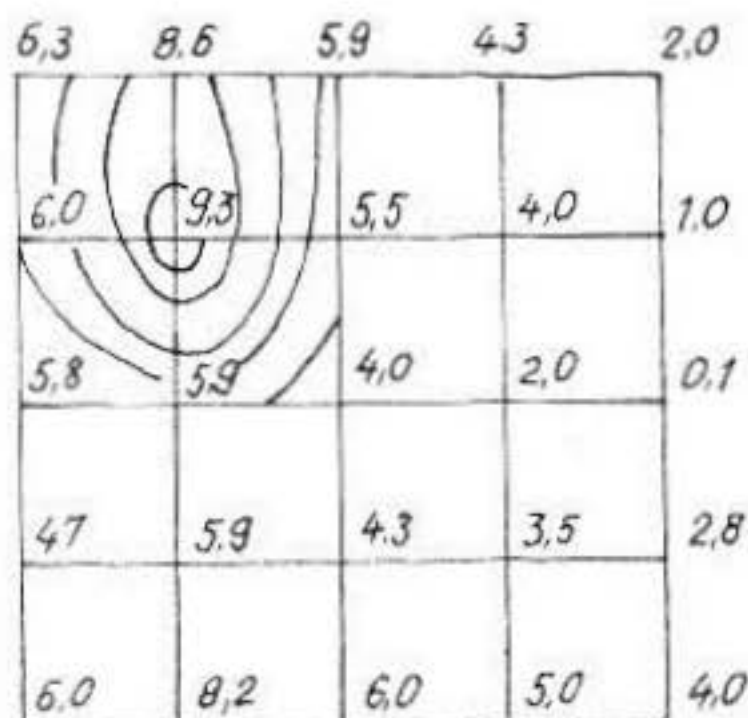
cao - các đường bình độ và vẽ chúng một cách cẩn thận. Cách thức làm như đã trình bày ở hình 57.

Đầu tiên ta triển vào bình đồ các điểm đặc trưng địa hình và ghi độ cao của chúng. Sau đó dọc thung lũng ghi nhận đường tụ thủy, còn dọc sống núi, ghi nhận đường

phân thủy (trên hình vẽ chỉ bằng đường chấm chấm). Bây giờ phải xác định vị trí đường bình độ giữa các điểm có độ cao đã biết. Chẳng hạn, chúng ta có hai điểm độ cao bằng 51 và 63 m. Giữa chúng là đường bình độ thứ 60. Để xác định vị trí của nó cần chia khoảng cách ra làm hai phần theo tỉ lệ $\frac{63 - 60}{60 - 51} = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$.

Có thể tiến hành chia bằng mắt, hoặc như người ta nói là ước lượng đoạn thẳng theo tỉ lệ đã biết bằng cách tính hoặc đồ giải. Ước lượng bằng mắt là phương pháp phổ biến nhất. Các nhà địa hình trong thời gian đo vẽ thường dùng phương pháp này. Nhìn vào hình vẽ bạn sẽ thấy đường bình độ luôn lách qua các ghi chú độ cao như thế nào.

BÀI TOÁN : Nhà địa hình đôi khi phải đo vẽ địa hình theo hình vuông. Người ta chia khu vực thực địa cần đo vẽ ra làm các ô vuông



Hình 58: Vẽ địa hình theo ghi chú độ cao.

và xác định độ cao tuyệt đối các điểm ở đỉnh hình vuông. Sau đó triển lên giấy lưới ô vuông và tại mỗi đỉnh đều ghi chú độ cao (h.58). Bằng cách nội suy độ cao, người ta xác định được đầu ra của đường bình độ trên các cạnh hình vuông và vẽ được địa hình.

Giả sử bạn được giao nhiệm vụ như sau. Bạn phải chuyển từ hình vẽ sang tờ giấy sạch một lưới ô vuông và bạn thử vẽ địa hình vuông thực địa có mặt cắt 1 m bằng các đường bình độ.

Bài toán được giải bằng phương pháp giống như khi đo vẽ bản đồ, tức bằng phương pháp nội suy. Có điều ở đây phải nội suy độ cao theo mỗi cạnh của hình vuông. Để làm mẫu, trên hình được vẽ ở phần trên bên trái.

• CHỤP ẢNH TỪ ĐƯỜNG CHIM BAY

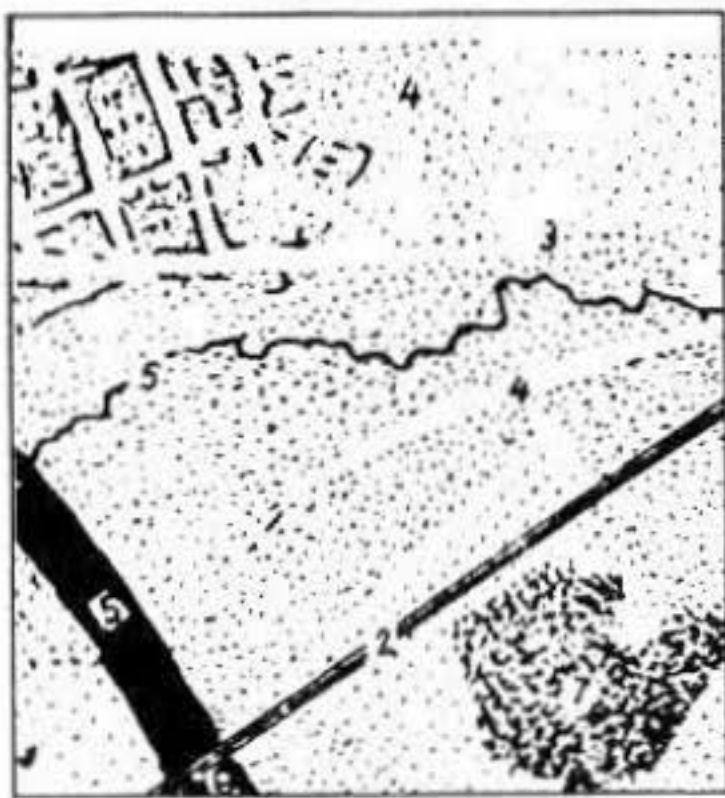
Từ thời các cuộc đi của Prigievanxki và Livinxton, chụp ảnh hàng không đã thâm nhập vào địa hình học. Người tiên phong trong lĩnh vực là bạn của nhà văn viễn tưởng Juyn Vécnơ tên là Phêlic Tuôcnasông, thường gọi theo biệt danh là Nadar. Năm 1858, ông đã đi bằng khí cầu trên bầu trời Pari và lần đầu tiên trên thế giới đã chụp ảnh thành phố từ độ cao của đường chim bay. Đó là một sự kiện huyền não thời bấy giờ.

Trải qua hơn một thế kỷ, chụp ảnh từ đường chim bay, mà ta vẫn thường gọi là *chụp ảnh hàng không*, đã có được một vị trí căn bản và dẫn tiến trong địa hình học khi xây dựng bản đồ. Nó thường được thực hiện từ trên máy bay, nhưng cũng có thể từ các máy móc bay khác, trong đó kể cả vệ tinh. Chụp ảnh hàng không (hàng nhiếp) cho phép xây dựng bản đồ địa hình một vùng không gian rộng lớn. Ngay bản thân cách gọi "chụp ảnh hàng không" trong một mức độ lớn đã nói lên thực chất của phương pháp này, có nghĩa là chụp ảnh thực địa từ trên máy bay. Trong thời

gian chụp ảnh, phim ảnh in nhận mọi chi tiết của mặt đất với độ chính xác mà ngay người quan sát tình huống nhất cũng không phân biệt nổi. *Ảnh chụp từ máy bay*, hay như người ta thường gọi vẫn tất là ảnh máy bay được in từ phim chụp ra, là một bức tranh chi tiết về thực địa. Trên ảnh máy bay có thể nhận biết đúng đắn các điểm dân cư, phân biệt được các dải rừng, nhìn rõ sông ngòi, đường sá. Các chuyên gia có thể phân biệt được khá chính xác giữa rừng thông thường và rừng thưa, rừng cây thấp, giữa đồng cỏ và đất cày, v.v. Đồng thời quá trình nhận biết, hoặc, như người ta nói là *điều vẽ ảnh máy bay* không phải chỉ là đoán đọc xem đối tượng nào được thể hiện trên ảnh. Vấn đề là nếu chú ý nghiên cứu ảnh máy bay thì có thể phát hiện các quy luật được gọi là dấu hiệu điều vẽ. Những dấu hiệu như vậy có trên tất cả các ảnh máy bay phù hợp với cùng loại đối tượng thực địa, gọi là dấu hiệu trực tiếp. Ngoài dấu hiệu trực tiếp còn có dấu hiệu gián tiếp điều vẽ địa hình, cho phép xác định khá chính xác đối tượng trong một tổng thể. Có thể lấy những chỗ nước nông làm thí dụ. Chỗ nông dễ dàng nhận biết theo đường đi dẫn tới từ hai bên bờ sông. Ngày nắng đối tượng nhô cao đổ bóng rõ ràng, bóng này cũng sẽ là dấu hiệu vẽ và giúp ta nhận biết chúng được nhanh chóng.

Khi chuẩn bị đầy đủ và có thói quen tốt, trên ảnh máy bay có thể nhận biết chính xác và vẽ được toàn bộ địa vật của bản đồ như đã trình bày ở h. 59.

Thoạt đầu tưởng như là theo ảnh máy bay có thể dễ dàng thành lập bản đồ địa hình. Song, quá trình này rất



a)



b)

Hình 59: Ảnh máy bay (a) và bình đồ thực địa (b) biên soạn theo ảnh : 1. điểm dân cư ; 2. đường sắt ; 3. đường nhựa ; 4. đường đất cải tiến ; 5. sông và suối ; 6. cầu ; 7. rừng.

phức tạp, bao gồm rất nhiều thao tác khác nhau. Vấn đề là ở chỗ, ảnh máy bay xét về tính chất có khác với bản đồ. Do đó, trước khi chuyển thể sang bản đồ, ảnh máy bay phải được xử lý qua nhiều máy móc khác nhau, do nhiều chuyên gia khác nhau tiến hành.

Muốn có khái niệm về tính phức tạp khi xử lý ảnh máy bay ta hãy nghiên cứu các tính chất cơ bản của chúng.

• ẢNH MÁY BAY - PHÉP CHIẾU TRUNG TÂM

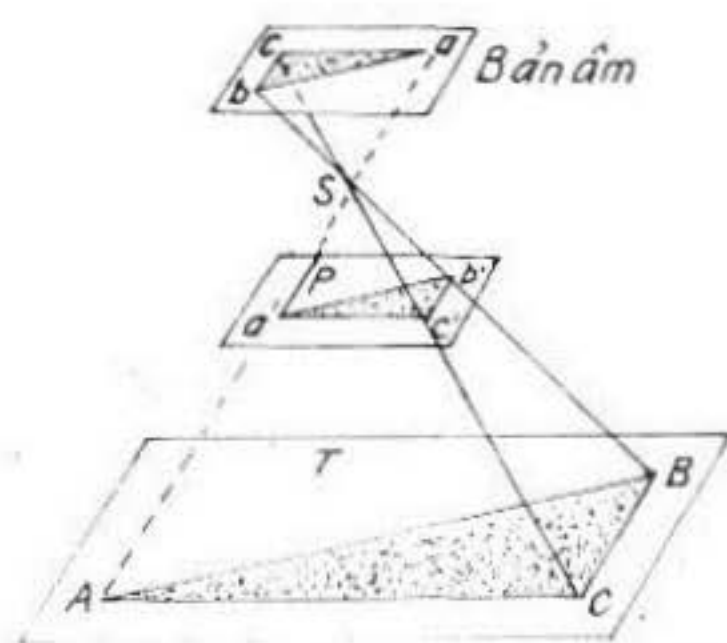
Bất kỳ sự thể hiện nào các đối tượng trên mặt phẳng được xây dựng theo các định luật toán học nhất định đều được gọi là *phép chiếu hình*. Bản đồ và ảnh máy bay cũng là những hình chiếu. Trên bản đồ cũng như trên ảnh máy bay, sự thể hiện thực địa được xây dựng theo các định luật

toán học. Vậy thì trong trường hợp này, ảnh máy bay khác bản đồ ở chỗ nào?

Bản đồ địa hình là hình chiếu thu nhỏ của thực địa, hình chiếu có được là nhờ các tia chiếu hướng từ địa vật vuông góc với mặt phẳng, trong đó nhận được hình ảnh biểu thị. Hình chiếu như vậy gọi là *hình chiếu thẳng đứng*. Hình ảnh biểu thị thực địa trên bản đồ địa hình đặc biệt giống với bản thân thực địa. Biết tỉ lệ bản đồ có thể xác định chính xác kích thước đối tượng thực địa, vị trí của chúng và khoảng cách giữa chúng với nhau. Hình ảnh trên máy bay thu được bằng cách chiếu các điểm trên thực địa, trong phép chiếu này mọi tia chiếu đều đi qua một điểm là tâm kính vật. Phép chiếu như vậy gọi là *phép chiếu trung tâm*.

Trong quá trình chụp ảnh máy bay, người ta thu nhận được hình ảnh âm tính của thực địa - từ bản âm (nêgativ).

In tiếp xúc từ âm bản - ảnh máy bay - là hình ảnh dương trực tiếp. Đối với phép chiếu hình trung tâm, bản âm khác với bản dương về vị trí so với tâm hình chiếu. Hình ảnh âm nằm sau tâm hình chiếu, còn hình ảnh dương thì ở giữa thực địa và tâm (h.60). Tất cả các tính chất hình học của phép chiếu trung tâm đều như nhau đối với bản âm cũng



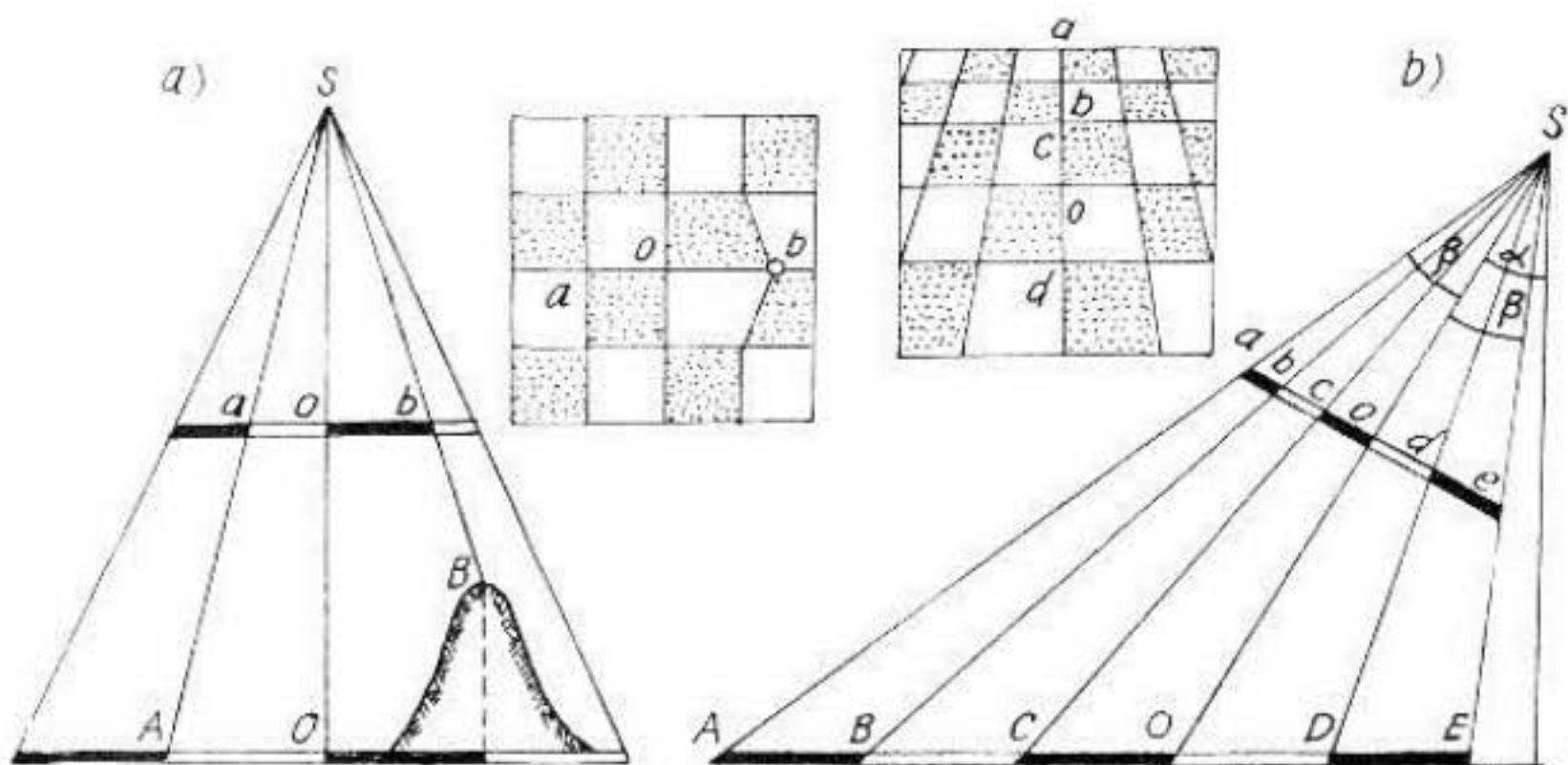
Hình 60: Sơ đồ thu nhận hình âm và hình dương.

như bản dương. Để tiện cho việc nghiên cứu tính chất hình học của ảnh máy bay người ta thường dùng ảnh âm.

Giả thiết rằng, ta chụp ảnh một khu vực thực địa nằm ngang bằng phẳng T và trục quang học của máy ảnh có ảnh thẳng đứng. Trong trường hợp như vậy, hình ảnh thực địa trên ảnh máy bay P sẽ giống hệt như thực địa. Trường hợp này chiếu hình trung tâm đồng nhất với chiếu hình thẳng đứng. Nhưng điều đó chỉ đúng với bề mặt thật nằm ngang, còn thực địa như mọi người đều biết, đều có độ lồi lõm và do đó nó được biểu thị trên ảnh máy bay với những sai biến ít nhiều.

Đây là sự khác biệt đầu tiên của phép chiếu trung tâm so với phép chiếu thẳng đứng, tức khác giữa ảnh máy bay và bản đồ. Nhưng không phải chỉ có thế. Vấn đề là ở chỗ, cho đến ngày nay, người ta vẫn chưa giải quyết được vấn đề ổn định máy chụp ảnh từ máy bay trong khi bay và trục của nó không đúng được vị trí thẳng đứng. Kết quả là không thu được ảnh nằm ngang, mà là được ảnh nghiêng, trong đó thực địa được biểu thị dưới dạng phối cảnh. Biến dạng phối cảnh có thể nhận biết được thậm chí khi độ nghiêng của ảnh máy bay không lớn lắm. Thí dụ, khi nghiêng từ $1 - 2^\circ$, trị số biến dạng bằng $2 - 3$ mm.

Tính chất sai biến của thực địa do địa hình và độ nghiêng của máy chụp ảnh dễ dàng được làm sáng tỏ khi thử nghiệm chụp ảnh lưới ô vuông (h.61). Trường hợp đầu, lưới bị sai biến tại những chỗ gồ ghề, còn trường hợp sau nó có dạng phối cảnh.



Hình 61: Biến dạng trên ảnh máy bay do địa hình (a) và do phép phối cảnh (b).

Sự xô dịch hình ảnh trên ảnh máy bay gây ra do địa hình thực địa và độ nghiêng của máy ảnh, đó là hai yếu tố cơ bản cần quan tâm trước tiên khi biên soạn bản đồ địa hình theo ảnh máy bay.

• ẢNH BA CHIỀU

Chụp ảnh thường cho ta hình ảnh phẳng. Nhìn ảnh thường chúng ta không có khái niệm đầy đủ và chính xác về hình khối của địa hình, địa vật, về vị trí tương đối của đối tượng trong không gian.

Chụp ảnh giống như nhìn bằng một mắt. Chỉ khi nhìn bằng hai mắt mới cho ta hình ảnh chính xác về hình khối, về không gian. Làm thử nghiệm sau đây ta sẽ dễ dàng xác nhận điều này.

Bạn hãy đặt một cành cây cách tường không xa và nhìn nó bằng một mắt trong khoảng từ 5 - 10 m. Đồng thời, trong trường hợp này bạn sẽ không phân biệt cành lá nào ở cách bạn gần hay xa. Tất cả chúng sẽ nằm trong một mặt phẳng. Song, nếu nhìn chính cành cây đó bằng cả hai mắt, thay cho hình ảnh phẳng của cành cây, bạn sẽ nhìn thấy hình khối của nó. Cách nhìn như vậy gọi là cách nhìn lập thể, do từ Hy Lạp "stereo" có nghĩa là "hình khối" (lập thể) và "scopio" có nghĩa là "tôi nhìn" mà ra.

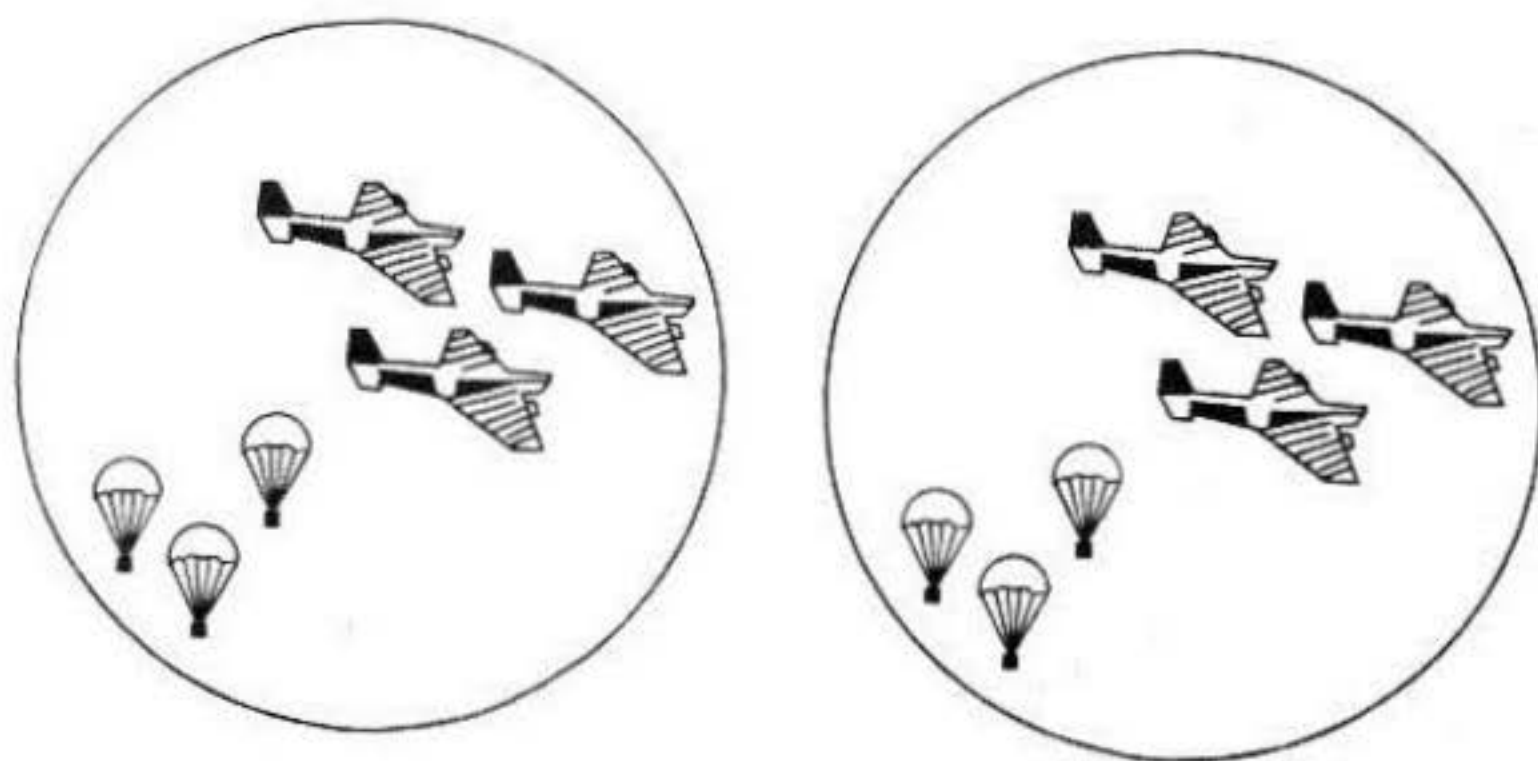
Ngay từ buổi bình minh chụp ảnh, người ta đã lắp loại máy ảnh có hai kính vật. Khi chụp ảnh sẽ được hai tấm ảnh của cùng một đối tượng xuất phát từ các điểm khác nhau.

Phiên bản lắp vào *kính lập thể* - dụng cụ cho phép nhìn ảnh trái bằng mắt trái, còn ảnh phải bằng mắt phải. Khi ngắm vào kính lập thể, cả hai ảnh chập vào một ảnh rõ nét và ngay lập tức, trên cả tấm ảnh phẳng khô khan một thế giới huyền ảo được tạo ra: chỗ lồi trông thật lồi và chỗ lõm trông thật lõm.

Chụp ảnh lập thể được các nhà bác học địa lý đánh giá đặc biệt. Mỗi loạt ảnh do các nhà du lịch mang từ xa về được xem như một sáng tạo phi thường. Dường như các nhà địa lý mang về theo mình một mảnh của cái không gian ba chiều từ các chuyến đi. Và chính các mảnh của xứ sở xa lạ đó đã sống lại trong ống kính lập thể.

Có thể đo ngắm cặp ảnh lập thể phủ nhau cả khi không có kính lập thể. Muốn rèn luyện để có được hiệu ứng lập thể ta hãy xem cặp ảnh lập thể với ba máy bay bay qua

trong ba mặt phẳng thẳng đứng khác nhau (h.62). Bạn đặt hình vẽ vuông góc với trục ngắm gần với mắt và nhìn bằng mắt trái tấm ảnh trái, bằng mắt phải tấm ảnh phải. Bạn sẽ nhìn không rõ nét. Ràng nhìn vào hình vẽ, ngẩng dần đầu lên đến khoảng cách nhìn tốt nhất. Đồng thời bạn sẽ xét xem hình ảnh này sẽ chồng lên hình ảnh khác như thế nào, và cuối cùng chúng chập lại với nhau. Có được hình ảnh lập thể, căn cứ vào đó người ta có thể dễ dàng xác định mỗi người nhảy dù đã nhảy từ máy bay nào ra.



Hình 62: Mỗi lính dù nhảy từ máy bay nào ra?

Bạn đừng bức mình, nếu như ngoài bức tranh hình khối rõ ràng, hình ảnh ngoài lề lại khó nhìn.

Chụp ảnh lập thể là cơ sở xây dựng bản đồ địa hình. Chụp ảnh máy bay tiến hành theo các đường bay vạch sẵn qua từng khoảng xác định. Mỗi lần lộ quang là chụp một phần thực địa P , phần này cũng đã chụp trên tấm ảnh trước

(h.63). Kết quả mỗi tập ảnh tiếp giáp tại khu vực sẽ là lập thể. Khi xem xét cặp ảnh như vậy người ta nhìn vào kính lập thể sẽ thấy mô hình nổi của thực địa, mà căn cứ vào đó có thể tái hiện không chỉ vị trí mặt bằng của địa vật, mà còn tái hiện cả hình khối nữa.

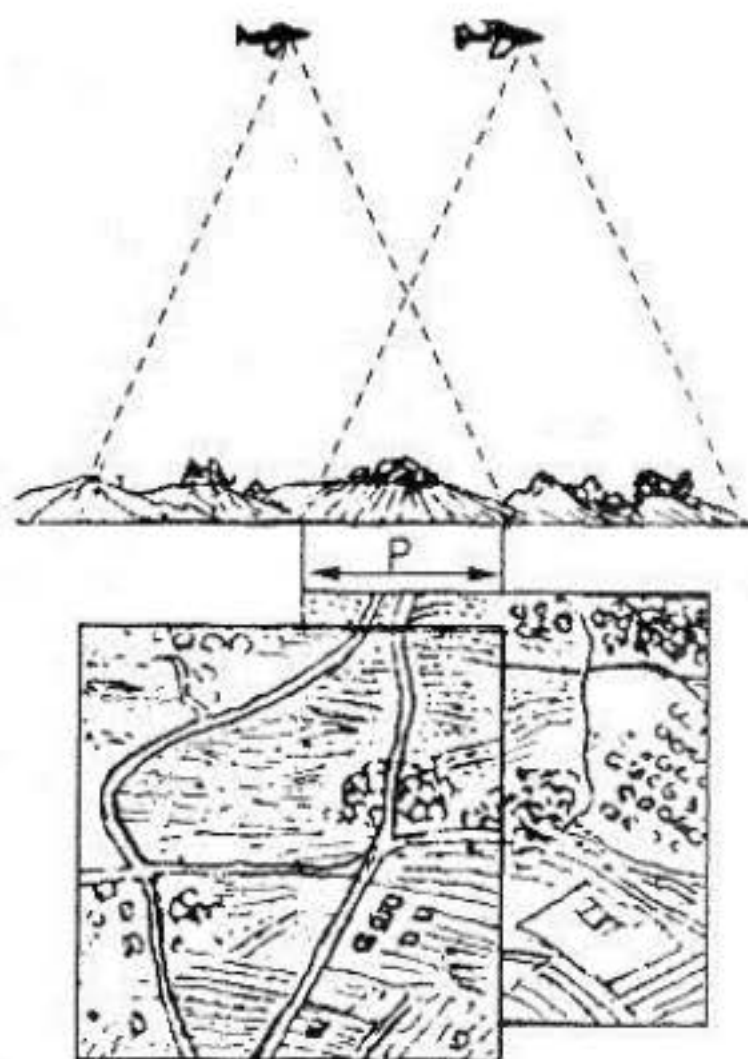
- **LÀM THẾ NÀO ĐỂ XÁC ĐỊNH CHÊNH CAO ?**

Khi nghiên cứu sự khác biệt của ảnh máy bay với bản đồ, chúng

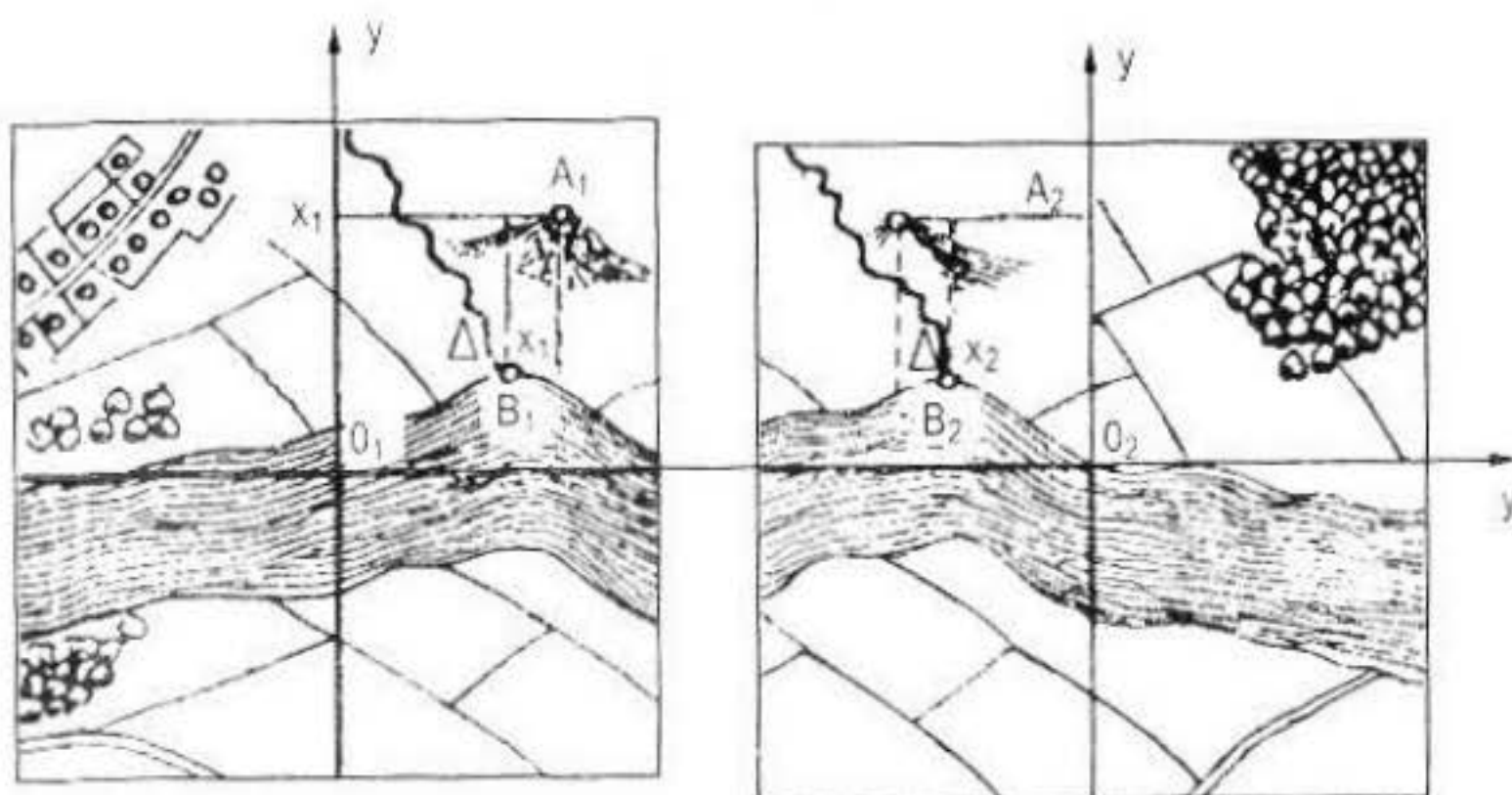
ta đã xác nhận rằng, do nơi địa hình mà trên ảnh có sự sai biến về vị trí mặt bằng của các điểm thực địa. Chính là các nhà địa hình đã lợi dụng những sai biến này để xác định chênh cao theo các ảnh lập thể.

Chẳng hạn, hai tấm ảnh máy bay nằm ngang phủ nhau được thực hiện ở độ cao như nhau và trong cùng một hướng đo vẽ (h.64). Bạn hãy xác định theo chúng độ chênh cao của đỉnh núi A so với mặt sông tại điểm B.

Trên hai tấm ảnh máy bay ta vạch một đường thẳng O_1O_2 sau khi nối các điểm tâm của các tấm ảnh bằng một



Hình 63: Ảnh chụp từ máy bay tiến hành có độ phủ.



Hình 64: Xác định chênh cao theo hai ảnh phủ nhau.

đường thẳng theo các địa vật cùng tên. Từ các điểm trung tâm dựng các đường vuông góc xuống đoạn O_1O_2 . Những đoạn này sẽ là các trục tọa độ vuông góc. Hướng của trục X ta quy ước từ trái sang phải. Với điều kiện này, các đoạn trên mỗi ảnh về bên phải trục X sẽ có trị số dương, còn các đoạn về bên trái trục sẽ có trị số âm.

Ta hãy đo trên các tấm ảnh phải và trái các khoảng cách từ đỉnh núi A đến trục Y ký hiệu tương ứng là x_1 và x_2 . Sau đó đo các đoạn Δx_1 và Δx_2 là hiệu hoành độ của các điểm A và B trên các tấm ảnh phải và trái. Bây giờ còn phải viết ra từ lý lịch chụp ảnh máy bay độ cao chụp ảnh H và xác định chênh cao h của đỉnh núi so với mặt sông theo công thức

$$h = \frac{H (\Delta x_1 - \Delta x_2)}{x_1 - x_2}$$

Giả sử độ cao chụp ảnh bằng 2600 m, còn các kết quả đo trên ảnh máy bay nhận được:

$$\Delta x_1 = + 1 \text{ mm} ; x_1 = + 52 \text{ mm} ;$$

$$\Delta x_2 = - 2 \text{ mm} ; x_2 = - 78 \text{ mm}.$$

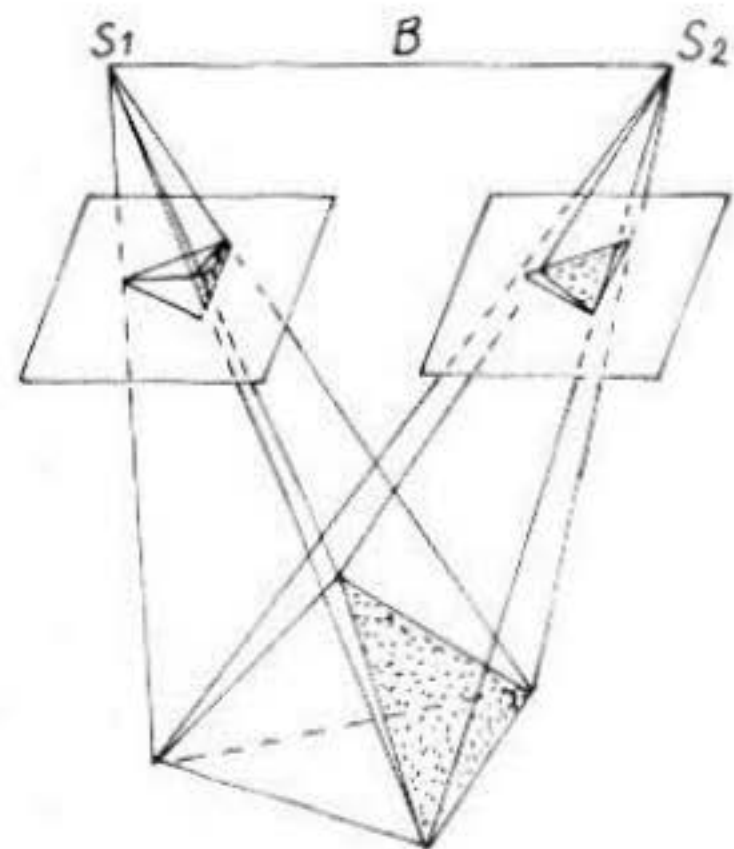
Thế các trị số này vào công thức, ta sẽ được:

$$h = \frac{2600 (1 + 2)}{52 + 78} = 60 \text{ m}.$$

• DỤNG CỤ XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC ĐỊA

Vấn đề biên soạn bản đồ theo ảnh máy bay đã được giải quyết lúc đầu nhờ những máy móc rất thô sơ, sau đó mới đến những máy móc hoàn thiện cho phép xử lý các cặp ảnh lập thể. Tại các nước khác nhau người ta đã chế tạo nhiều máy phục chế khác nhau. Nguyên lý hoạt động chung của các máy này là ở chỗ chúng xây dựng lại mô hình thực địa theo ảnh máy bay.

Ta đặt máy ảnh tại các điểm S_1 và S_2 cách nhau một khoảng B và chụp ảnh một vật nào đó, một cái tháp chẳng hạn (h.65). Sau khi xử lý buồng tối, ta sẽ được hình ảnh trên phim tạo thành cặp ảnh lập thể.



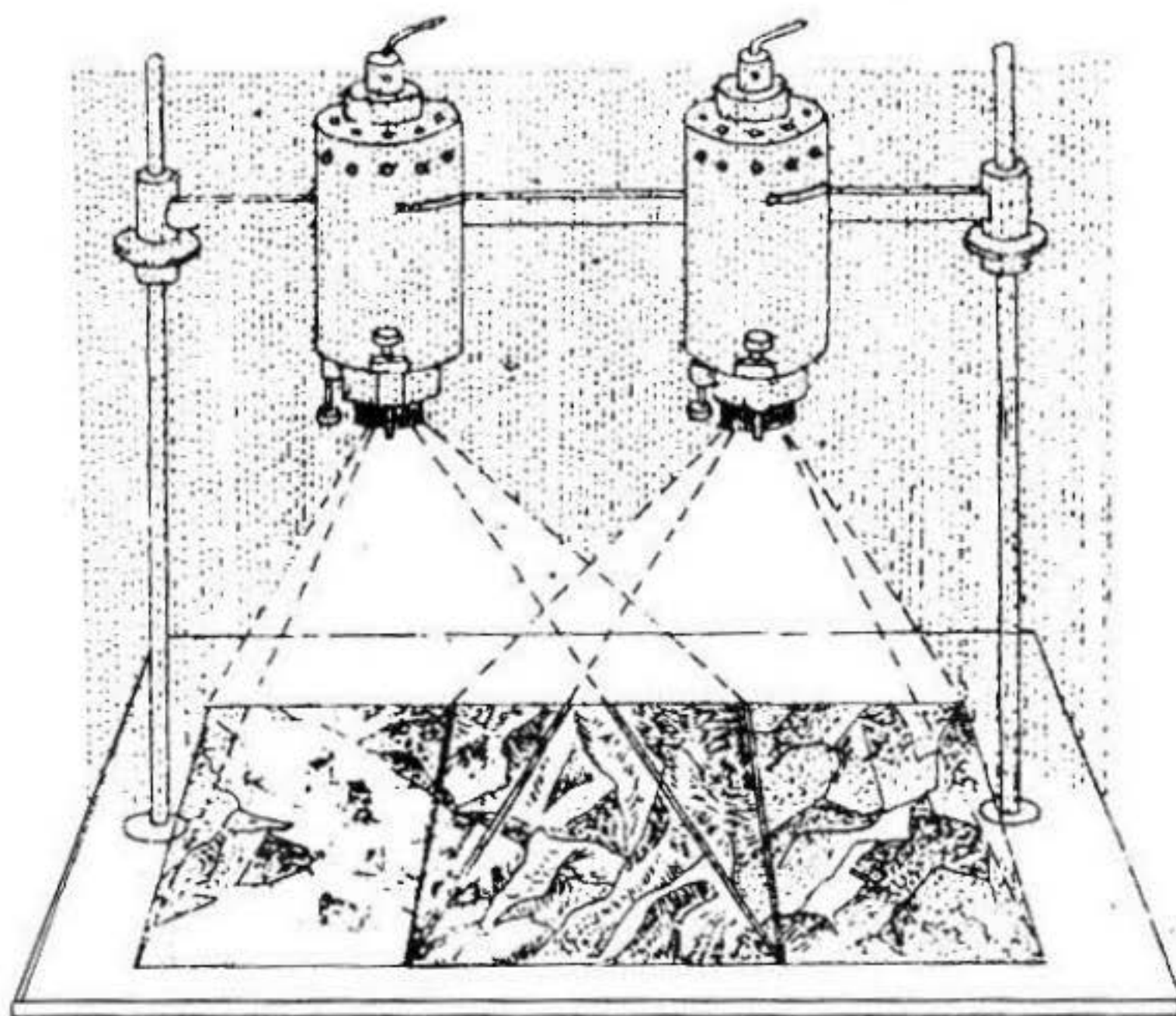
Hình 65: Nhận được mô hình quang học đối tượng đã chụp ảnh.

Đặt những tấm phim này ngược vào trong buồng tối và chiếu sáng từ phía trên. Các tia sáng đi theo cùng một hướng khiến cho vào thời điểm chụp ảnh chỉ theo trình tự ngược. Nếu khi chụp ảnh các tia sáng đi từ các điểm vật đến ảnh trên phim, thì giờ đây chúng đi từ các điểm ảnh đến chính vật. Các chùm sáng vào thời điểm chụp ảnh đã được phục hồi. Các tia sáng xuyên qua các điểm ảnh cùng tên sẽ giao cắt tại các điểm của vật. Bây giờ ta chọn vật. Các tia sáng cùng tên sẽ giao cắt như trước tại các điểm ấy trong không gian, và toàn bộ chùm sáng sẽ lập lại hình dạng hình học của vật. Bản phiên quang học, hoặc như các nhà địa lý học thường nói, mô hình lập thể của vật chụp ảnh thu nhận được theo cách thức như vậy.

Tất nhiên không thể có được mô hình thực địa theo ảnh máy bay với kích thước tự nhiên. Muốn thế hẳn là phải có thiết bị cực lớn. Trên thực tế, ngay độ cao chụp ảnh thực địa của máy bay cũng đã tới mấy kilômet. Điều đó có nghĩa là, phải bố trí buồng chiếu ở độ cao đó. Nếu quả thực có thể xây dựng được mô hình như vậy thì việc đo đạc trên mô hình đó còn khó hơn nhiều so với đo đạc trên thực địa. Do đó, mô hình thực địa bao giờ cũng ở dạng thu nhỏ, tức theo một tỷ lệ nhất định. Tỷ lệ mô hình bằng với tỷ lệ khoảng cách giữa buồng chiếu đối với khoảng cách giữa hai vị trí của máy ảnh, trong thời gian chụp ảnh, tức chính là đường đáy chụp ảnh.

Dụng cụ trên đó có được mô hình gọi là *ống chiếu hình* (h.66). Các bản dương được lắp vào máy chiếu hình dưới dạng thu nhỏ. Mỗi ống chiếu hình có thể quay xung quanh

ba trục thẳng đứng tương hỗ, còn khoảng cách giữa hai ống chiếu thì thay đổi.



Hình 66: Thu nhận theo ảnh máy bay mô hình thực địa.

Có thể quan sát và đo đạc mô hình không gian cần thiết cho mục đích xây dựng bản đồ. Khi đo ngắm mô hình, trước hết người ta áp dụng *phương pháp màu nổi* xem xét hiệu ứng lập thể. Bản chất của phương pháp này như sau:

Trên đường đi của các tia chiếu có đặt các kính màu (kính lọc ánh sáng), chẳng hạn, đặt một kính lọc ánh sáng màu đỏ vào kính vật của ống chiếu hình bên trái, còn bên

phải thì đặt kính lọc màu xanh. Trên màn ảnh của dụng cụ sẽ thấy rõ hai ảnh màu chập lên nhau. Nếu mang kính mất màu đỏ và màu xanh (da trời) và nhìn ảnh thì chúng sẽ trùng nhau và cho ta mô hình không gian của thực địa với một màu tối sẫm.

Đo độ cao, vẽ địa hình và triển địa vật từ mô hình sang giấy đều tiến hành trên một bàn đặc biệt có điểm chiếu sáng (nguồn sáng). Bàn có độ cao di động, có thể chỉnh để ứng với số đọc tương ứng tra từ bảng, người ta di động mặt bàn theo màn ảnh cho đến khi nguồn sáng chiếu vào mô hình. Sau đó lấp bút chì vào và dịch bàn theo màn ảnh sao cho nguồn sáng luôn tiếp xúc với bề mặt mô hình. Vệt bút chì chính là đường bình độ (đường đồng mức). Khi vạch đường bình độ tiếp sau, người ta lại đặt trên thang chia độ của bàn số đọc ứng với đường bình độ tiếp sau và lặp lại các động tác cũ. Muốn triển địa vật từ địa hình sang giấy người ta di động bàn theo màn ảnh đồng thời vạch nét chì sao cho nguồn sáng luôn tiếp xúc với địa vật và bề mặt mô hình. Muốn vậy, cần luôn nâng hoặc hạ độ cao mặt bàn tùy thuộc tính chất địa hình. Cứ làm tuần tự như vậy trên giấy gắn vào màn ảnh người ta xây dựng được bản đồ theo tỷ lệ đã định.

Hiện nay, máy vẽ lập thể do giáo sư giải thưởng Lênin F.Đrôbusep sáng chế đã được áp dụng rộng rãi. Lấp cặp ảnh lập thể vào máy và dưới kính vật xuất hiện mô hình không gian của vùng thực địa đã chụp ảnh.

Cùng với ảnh thực địa, dưới kính vật của máy xuất hiện điểm không gian - điểm đen nhỏ. Vị trí nhìn thấy của nó

đối với bề mặt mô hình lập thể có thể thay đổi do trục máy quay. Điểm hoặc bị treo trên bề mặt mô hình, hoặc chìm sâu vào mặt đất một cách tưởng tượng. Nhiệm vụ của người tác nghiệp là đặt tiêu điểm đúng vào bề mặt. Khi điểm đen di động liên tục trên bề mặt, người tác nghiệp theo dõi các vị trí nằm trên một độ cao, và lúc này dụng cụ vẽ tọa độ có gắn với cơ cấu cơ học di động tiêu điểm sẽ tự động vạch đường bình độ. Bằng cách đó người ta chuyển từ ảnh máy bay vùng thực địa sang mô hình không gian và từ mô hình không gian sang bản đồ địa hình.

• ĐO VẼ MẶT TRĂNG

Năm 1968 trạm vũ trụ Xô Viết *Zond - 6* (Thăm dò 6) đã chụp ảnh bề mặt Mặt Trăng từ khoảng cách gần và đã trở về Trái Đất an toàn với cuộn phim đã chụp. Đó là cơ sở cho việc biên vẽ bản đồ tỷ lệ lớn của Mặt Trăng. Nhưng hiện nay, việc đo vẽ bề mặt Mặt Trăng đã đạt được kết quả lớn nhờ có máy móc tự động đặt trên các xe tự hành chạy trên Mặt Trăng.

Lunakhôl - 1 đã đổ xuống Mặt Trăng vào cuối năm 1970 và đã làm việc hơn năm tháng. Sau hai năm, *Lunakhôl - 2* đã làm việc trên Mặt Trăng theo đường đi vạch sẵn trong chương trình.

Vậy thì Lunakhôl đã giúp vào việc đo vẽ bản đồ địa hình như thế nào? Công việc đo vẽ do máy móc tự động làm. Mục đích của nó là xây dựng bộ khung mà bản đồ địa hình tương lai cần dùng đến. Để vạch đường đi, người ta đo độ dài các đoạn đường đi qua và các góc giữa chúng.

Từ mỗi điểm dừng của Lunakhôt, các máy móc đo vẽ truyền hình đều hoạt động. Hình ảnh truyền hình và các số liệu đo đạc được truyền về Trái Đất theo kênh vô tuyến. ở đây tiến hành xử lý ảnh, kết quả thu được dùng để xây dựng bình đồ các khu vực thực địa khác nhau. Các bình đồ riêng rẽ này dễ dàng nối vào đường đo vẽ và thống nhất vào một mối.

Lunakhôt đã hoàn thành bản đồ địa hình các dải thực địa theo cách thức như vậy. Trên đó phản ánh tất cả những gì có trong thị trường của camera truyền hình như: miệng núi lửa, tảng đá lớn, các yếu tố và chi tiết địa hình khác nhau. Để vẽ địa hình, người ta dùng ảnh lập thể nhận được từ hai điểm dừng của Lunakhôt.

Bản đồ địa hình biên soạn theo các tài liệu đo vẽ từ Lunakhôt dùng cho các nhà bác học các ngành khác nhau như địa chất học, địa mạo học và đặc biệt là cho các chuyên gia về đạo hàng và máy móc vũ trụ.

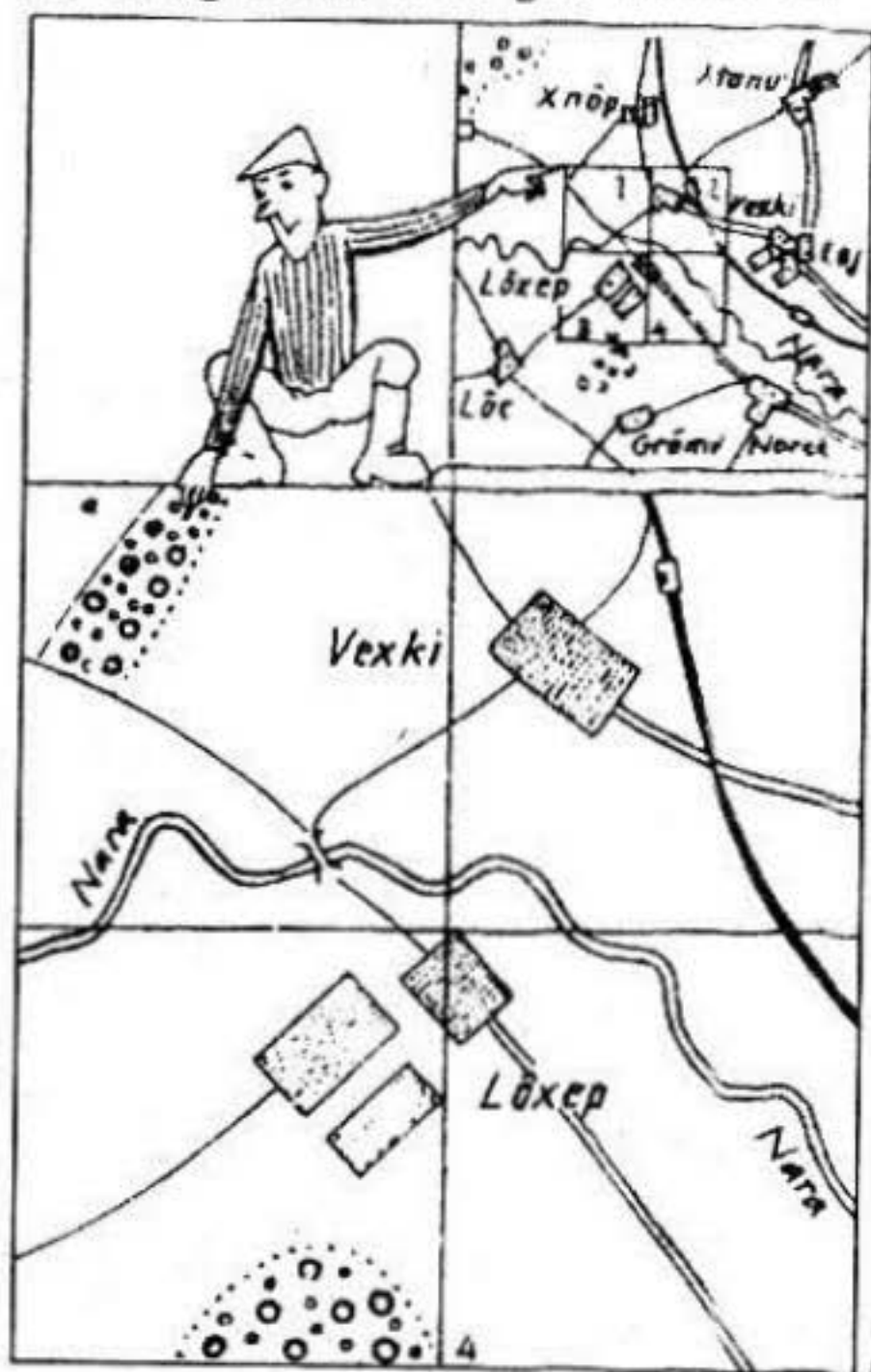
• BẢN ĐỒ THEO BẢN ĐỒ

Anh hùng Liên Xô M.Naumôp nhớ lại hoạt động du kích trong cuốn chuyện *"Cuộc hành quân Khinen"* kể lại rằng: "Ngoài thuốc nổ và mọi thứ cần thiết khác, những người làm nhiệm vụ phá hoại còn cần một thứ vũ khí nữa là các bản đồ địa hình. Không có bản đồ thì không thể chiến đấu được trên một vùng không gian rộng lớn như vậy, mà chúng tôi lại không có. Toàn phân đội của Exman phải dùng một bản đồ lớn của Bộ tổng tham mưu. Trung úy Xintsin, xem ra còn là một nhà địa hình không đến nỗi

tôi, đã can lại bản đồ vào những lúc rảnh rỗi, dùng dầu hoả bôi bóng giấy và dùng bút chì đen vẽ các ký hiệu".

Trong điều kiện bình thường thì không phải bôi giấy bằng dầu hoả, bởi vì có thể dùng giấy can, giấy bóng hoặc loại vật liệu trong suốt khác, còn triển hình vẽ bản đồ thì dùng chì màu. Kết quả bạn có thể được một bản can (bản sao) bản đồ khá vừa ý. Bản can bản đồ có thể biên soạn cả ở tỷ lệ phóng đại. Về độ chính xác, nó sẽ không tương xứng với bản đồ tỷ lệ lớn và đúng hơn, nên gọi nó là sơ đồ. Và với sơ đồ như vậy có thể dùng để giải quyết một số nhiệm vụ giống như bản đồ.

Chúng ta hãy nghiên cứu một trong những phương pháp đơn giản nhất biên chế bản đồ theo bản đồ. Chẳng hạn, có một bản đồ tỷ lệ 1 : 500 000 (h.67) và cần biên soạn theo nó một sơ đồ (h.68) tỷ lệ 1 : 100 000 cho khu vực làng Lôxep. Khoanh bằng bút chì phần bản đồ cần biên soạn thành sơ đồ và kẻ lưới ô vuông có cạnh 1 cm. Lấy tờ giấy dày và



Hình 67: Bản đồ tỷ lệ nhỏ.

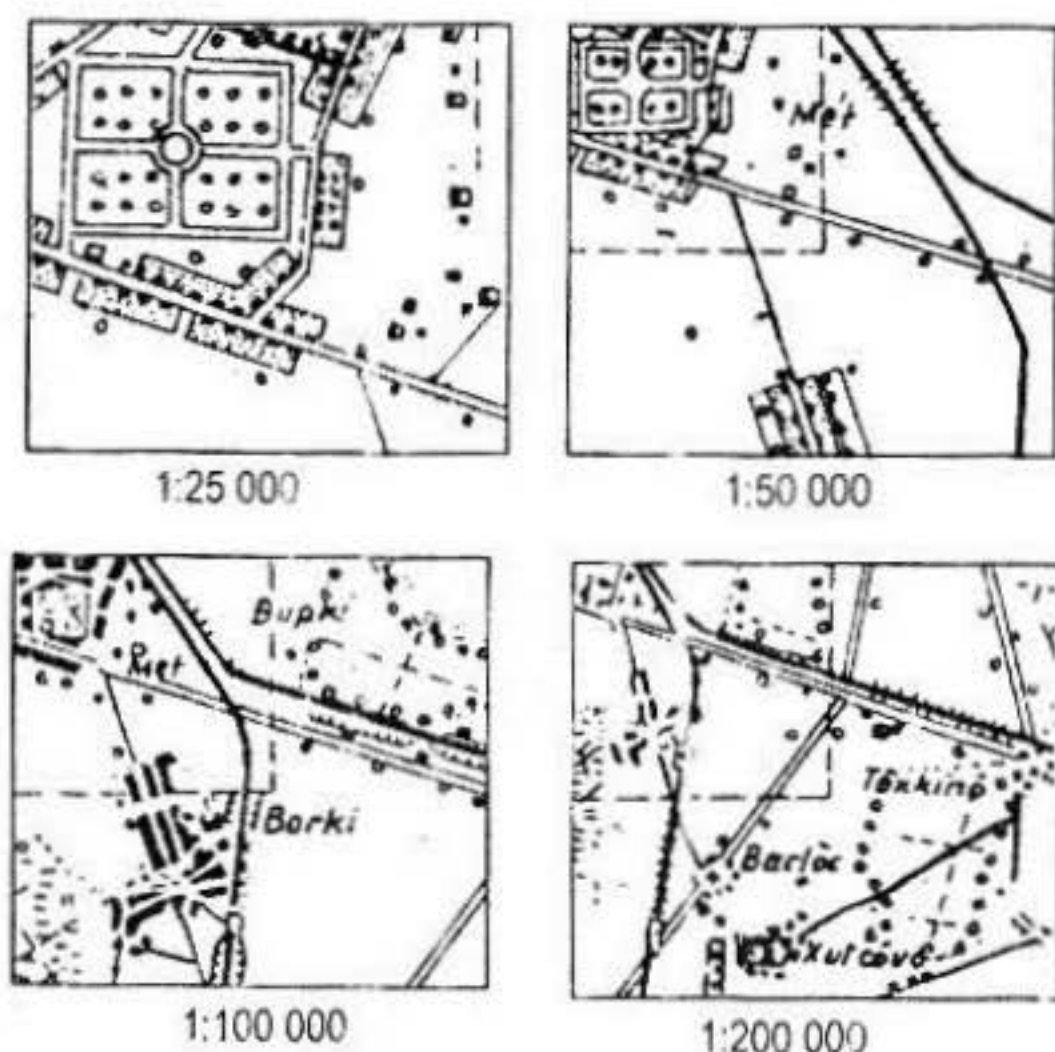
Hình 68: Sơ đồ biên soạn theo bản đồ tỷ lệ nhỏ.

vẽ trên đó lưới ô vuông có cạnh lớn hơn trên bản đồ bao nhiêu lần là do ta dự định phóng bản đồ đó bấy nhiêu lần. Trường hợp của ta, cạnh ô vuông là 5 cm. Bây giờ bài toán đòi hỏi triển địa vật từ mỗi ô vuông của bản đồ sang ô vuông tương ứng của giấy. Muốn vậy ta đánh số như nhau các ô vuông trên bản đồ và trên giấy sau đó tiến hành triển địa vật theo trình tự như sau:

Ta ghi nhận trên bản đồ giao điểm của đường sá và sông ngòi với các cạnh của ô vuông đầu tiên. Đo khoảng cách từ góc gần nhất của ô vuông đến mỗi điểm. Tăng các khoảng cách này lên năm lần và đặt chúng bên các cạnh tương ứng của ô vuông đầu tiên đã vẽ trên giấy. Các điểm này sẽ chỉ đầu ra của đường sá và sông ngòi trên các cạnh ô vuông của sơ đồ mà ta cần có. Dùng các đầu ra này có thể dễ dàng triển trên mỗi ô vuông mọi đường sá và sông ngòi. Cần triển sao cho theo đúng hình dạng của bản đồ. Muốn vậy, từng kích thước trên sơ đồ phải tăng lên 5 lần so với bản đồ. Sau đó triển từ ô vuông bản đồ các ký hiệu làng mạc, rừng cây và các đối tượng khác, đồng thời giữ cho thật giống vị trí của chúng đối với các cạnh và các góc hình vuông của lưới. Tất cả các địa vật triển từ bản đồ cần vẽ cẩn thận bằng bút chì thường hoặc bằng mực tàu, và như vậy ta sẽ được hình vẽ giống như trên bản đồ, chỉ khác là kích thước được phóng to lên.

Hoàn toàn dễ hiểu là bản đồ vẽ như vậy về độ chính xác và tính chất chi tiết khác xa với bản đồ địa hình thực sự. Đó chỉ là một sơ đồ phản ánh thực địa với những nét khái lược. Đồng thời ngay bản thân phương pháp "bản đồ

theo bản đồ" rất phổ biến trong khoa biên chế bản đồ, chỉ có điều ở đây là sự tính đổi từ bản đồ tỷ lệ lớn sang bản đồ tỷ lệ nhỏ hơn. Chẳng hạn, nếu một vùng lãnh thổ nào đó có bản đồ tỷ lệ 1:25 000, thì theo nó đầu tiên có thể biên soạn bản đồ 1:50 000, sau đó là bản đồ 1:100 000, v.v. (h.69). Tất nhiên, do sự thu nhỏ tỷ lệ bản đồ phải loại bỏ hàng loạt những chi tiết thứ yếu, nhưng chất lượng bản đồ không vì thế mà giảm sút.



Hình 69: Bản đồ tỷ lệ nhỏ (biên soạn theo bản đồ tỷ lệ lớn).

Bản đồ tỷ lệ bất kỳ biên soạn bằng phương pháp đó, xét về độ chính xác và tính chất đầy đủ của nội dung phù hợp với các yêu cầu đặt ra đối với bản đồ tỷ lệ tương ứng. Đồng thời cơ sở của chúng là bản gốc đo vẽ địa hình

do lao động cần cù của các nhà địa hình là người khám phá tạo ra. Các bản đồ tỷ lệ nhỏ hơn, trong số đó có cả bản đồ địa lý đại cương của các nước, các đại lục và bản đồ toàn thế giới ra đời như vậy đó.

• BẢN ĐỒ ĐÒI HỎI HIỆU CHÍNH

Đáng tiếc là bản đồ dù chính xác đến đâu cũng không sử dụng được lâu dài. Thậm chí bản đồ hoàn thiện nhất, cũng sẽ bị cũ đi do nơi thực địa bị luôn luôn thay đổi và các nhà địa hình không kịp hiệu chỉnh bản đồ, tức đưa các thay đổi đó vào bản đồ. Trên thực tế không tồn tại bản đồ địa hình tương ứng hoàn toàn với thực địa ở một thời điểm nào đó, bởi vì sau khi kết thúc công việc đo vẽ đòi hỏi phải có thời gian nhất định để biên vẽ và in bản đồ.

Những vùng có công trình xây dựng thì thay đổi đặc biệt nhanh, đúng ra phải nói thay đổi từng giờ từng phút. Người ta làm đường mới, nơi hẻo lánh nhất cũng mọc lên trạm điện, mỏ, làng xóm, thành phố, kênh đào, thậm chí cả biển nhân tạo nữa. trong những điều kiện khác thực địa thay đổi tương đối chậm chạp. Chẳng hạn, một vùng thuộc phía tây của Liên Xô mà trước năm 1939 tạm thời thuộc công quốc Ba Lan. Vùng này thay đổi chậm đến mức trong hồi ký "*Sống sót*", L.Xandalốp đã kể lại:

"Có lẽ người duy nhất đến vùng giải phóng không một mối quan tâm đặc biệt nào là người đội trưởng đội địa hình. Làng mạc, thậm chí thành phố ở tây Bêlôrutxi hầu như không có gì thay đổi so với thời kỳ trước chiến tranh thế giới lần thứ nhất. Suốt một phần tư thế kỷ làng xóm

hầu như không có thêm một nóc nhà, không xây dựng một nhà máy nào, còn cái lâu đài Francô mà mọi người đều biết thì vẫn được giữ nguyên".

Không chỉ hoạt động của con người, mà cả thiên nhiên cũng làm thay đổi thực địa. Những thay đổi tự nhiên không dễ thấy nhưng là sự thay đổi liên tục. Sông mang trong dòng chảy của mình một lượng phù sa vô cùng lớn, kết quả bồi nên những đảo mới, đại lục luôn vươn ra biển, sông xói mòn bờ làm thay đổi lòng sông, núi bị sụt lở tạo nên hồ, v.v.

Nhà văn tài năng, người yêu mến thiên nhiên Nga K.Pautôpxki trong truyện ngắn *"Tám bản đồ"* đã nhớ lại rằng, ông đã phải cố gắng như thế nào để có được tám bản đồ cũ vùng rừng Meserơ với một ghi chú "Bản đồ được biên soạn theo số liệu đo vẽ cũ có trước năm 1870".

"Tám bản đồ này - tác giả kể - tôi phải tự mình hiệu chỉnh. Dòng sông đã thay đổi. Ở nơi từng là đầm lầy đã nghe thấy tiếng réo của rừng thông non, nơi sụt lở đã xuất hiện mặt hồ".

Tất cả các loại bản đồ đều cần từng thời gian một có sự hiệu chỉnh, đối với vùng có dân cư thì thường xuyên hơn, đối với vùng vắng dân thì thưa thớt hơn. Hiện nay, lãnh thổ Liên Xô đã hoàn thành đo vẽ địa hình, các nhà địa hình Liên Xô đang phải giải quyết một nhiệm vụ không kém phần phức tạp là hiệu chỉnh các bản đồ cũ.

Thường là khi nhìn vào bản đồ mới, chúng ta phát hiện ngay những thay đổi đã đưa vào. Các ký hiệu cho chúng

ta biết những thành phố và làng xóm mới, nhà máy và trạm thủy điện, biển nhân tạo, hầm mỏ. Và không chỉ những đối tượng lớn như vậy thể hiện trên bản đồ. Mỗi nương xói vừa xuất hiện, rừng mới trồng, đường sá mới xây dựng và nói chung, mọi thay đổi đều được các nhà địa hình đi tiên phong nắm bắt để rồi không mệt mỏi và với trách nhiệm lớn hoàn thành nhiệm vụ của mình.

• THEO NHỮNG CON ĐƯỜNG CHUA TỪNG ĐƯỢC BIẾT ĐẾN

Ít người biết rằng, Piôt Đại đế vào năm 1696 đã từng đứng sau giá ba chân để đo vẽ vùng lãnh thổ rộng lớn ven sông Đông. Thể hiện sự coi trọng sự nghiệp bản đồ của Nhà nước Nga, ông đã thành lập "Trường Toán - hàng hải" đầu tiên ở nước Nga, nơi các học sinh đã được đào tạo về trắc địa và bản đồ. Bằng sắc lệnh đề ngày 9 tháng 12 năm 1719 Piôt I đã phái các chuyên gia được đào tạo trong trường về các miền tận cùng của nước Nga để đo vẽ đất đai các tỉnh. Thời gian này, các nhà trắc địa tốt nghiệp ở trường này là I.Evrêinốp và F.Lujum đã có nhiều đóng góp lớn vào việc làm bản đồ đất nước. Họ đã đi từ Tôbônxcơ đến biển Ôkhôt và xa hơn nữa đến Camtsatca, và quần đảo Curin. Chính họ đã lần đầu tiên xác định vị trí chính xác của các điểm địa lý khác nhau và biên soạn bản đồ Xibia và Viễn Đông.

Các bản đồ thời bấy giờ được biên soạn với độ chính xác và tinh thần trách nhiệm đáng khâm phục. Nửa sau của thế kỷ XVIII đã tiến hành đo vẽ nhiều tỉnh. Lãnh đạo

sự nghiệp biên soạn bản đồ lúc đó là nhà bác học Nga vĩ đại M.V.Lômônôxốp với cương vị là người đứng đầu ngành địa lý.

Năm 1822 ở nước Nga đã thành lập đoàn địa hình quân sự. Các chiến sĩ và sĩ quan của các đoàn đã lao động quên mình để xây dựng bản đồ chính xác nhà nước Nga rộng lớn.

Nhiều người trong các bạn đều biết cuốn sách của nhà du lịch nổi tiếng vùng Viễn Đông V.Acxiêniep "Đecxu Uzala"... Sự thể là như thế này, V. Acxiêniep vốn là một nhà địa hình quân sự. Thật vậy, trong các cuốn sách này ông nói ít về mục đích cơ bản của các chuyến đi. Nhưng mỗi bạn đọc đều rõ vì sao ông đã lập được công trạng khi mình cùng đồng đội dám xông vào chỗ nguy hiểm chết người. Hàng nghìn nhà địa hình dũng cảm đã làm việc trong các điều kiện gian khổ nhất để xây dựng bản đồ Tổ quốc. Và chúng ta tiếp tục sự nghiệp của họ. Từ vùng tuyết phủ Trucôtca đến vùng cát nóng Caracum đều có dấu chân lặn lội của các nhà trắc địa và địa hình. Họ có mặt ở những miền khác nhau nhất, nơi không có dấu chân người, cũng như đầy dẫy những khó khăn, nguy hiểm trên đường đi. Giống như các nhà leo núi, họ kiên trì leo lên những đỉnh núi cao, đi khắp những miền hoang mạc, xuyên sâu vào những vùng rừng rậm taiga, tới cả những vùng cực.

Chủ nghĩa anh hùng chân chính và tài năng sáng tạo đã được thể hiện ở các nhà địa hình dưới sự chỉ đạo của A.Macôpkin khi xây dựng bản đồ vùng hiểm trở khó khăn

Pamia. Họ đã biên soạn bản đồ cho vùng này bằng phương pháp phối hợp đo vẽ kinh vĩ chụp ảnh và đo vẽ địa hình bằng ảnh máy bay. Do công lao nghiên cứu phương pháp mới xây dựng bản đồ cho vùng khó khăn, họ đã được tặng giải thưởng Nhà nước, do phát hiện ra điểm cao nhất của Pamia, họ cũng được thưởng huy chương vàng của Hội Địa lý và bây giờ, trên đường đi của các nhà địa hình và trắc địa dùng cảm vẫn là những con đường mới lạ chưa dấu chân người, vẫn là những khó khăn và hy sinh, đặc biệt trong các điều kiện gian khổ của vùng cực, vùng Viễn Đông, Trung Á. Mạch máu giao thông duy nhất đối với các nhà địa hình là những dòng sông. Chỉ bằng những dòng chảy đó, các nhà địa hình mới thâm nhập được vào những nơi hẻo lánh khó khăn.

• CÁC NHÀ ĐỊA HÌNH TẠI MẶT TRẬN

Trong thời gian Leningrat bị bao vây, nhà máy Kirôp bị đạn pháo hạng nặng của Hitle bắn phá. Không một sự thâm báo âm thanh và trên không nào xác định được vị trí chính xác của ổ pháo địch. Khi kỹ thuật viên bậc hai X.P.Ivanôp biết được tin này, anh đã đề nghị cho phép nghiên cứu ảnh máy bay. Sau khi dựng một cái giá, anh đặt ảnh thẳng đứng, còn chiếc thấu kính cực mạnh thì đặt vào kính lập thể thông thường ở thời ấy.

Và những đường nét mờ mờ của hình lông chảo, và hiện tượng lồi lõm của miếng đất hiện lên hoàn toàn khác. Hiệu ứng lập thể được tăng cường rất mạnh: chỗ mô đất như nhô cao lên, lông chảo lõm xuống, còn phía sau nền

đường sắt nhìn thấy rõ vị trí pháo binh được nguy trang. Không còn nghi ngờ gì nữa - ổ pháo đặt tại đây.

Một giờ sau, nhận được các số liệu chính xác, pháo binh của ta đã nghiền nát bọn phát xít.

Một tháng sau, dùng kính lập thể như vậy kỹ thuật viên quân sự đã nhận ra trên ảnh máy bay những máy bay được nguy trang cẩn thận trên trạm Xivor, và máy bay ném bom XB đã giáng trả địch không chậm trễ. Về sự kiện này, phòng thông tin Xô Viết đã có truyền đi những dòng tin ngắn gọn. Nhưng chỉ ít người biết rằng, góp phần để tìm diệt máy bay địch có công lao của nhà địa hình quân sự - người phát minh ra điện ảnh nổi không dùng kính đầu tiên trên thế giới, người được giải thưởng Nhà nước là Xêmen Páplovits Ivanốp.

Tác giả cuốn sách đã tham gia vào thành phần nhóm điều vẽ địa hình ảnh máy bay trong cuộc bao vây quân phát xít Đức ở Xtalingrat. Trong thời gian tháng 11 - 12 năm 1942, chúng tôi đã nghiên cứu cẩn thận hệ thống phòng thủ của địch và mọi điều ẩn giấu trong ảnh máy bay đều được triển lên bản đồ. Đến cuối tháng 12, bản đồ trình sát đã biên soạn xong. Bản đồ cung cấp nhiều tin tức chi tiết về địch. Ví như, thiên về bắc ngọn đồi Mamaep phát hiện được 18 tiểu đoàn pháo và vị trí của chúng được triển chính xác lên bản đồ. Trong thành phố, gần nhà ga đã phát hiện và đưa vào bản đồ bộ tham mưu, nơi về sau nguyên soái Paolux bị bắt làm tù binh cùng với bộ tham mưu của y.

Điều về ảnh máy bay mới chỉ là một trong nhiều nhiệm vụ mà các nhà địa hình quân sự đã thực hiện trong thời gian cuộc chiến tranh vệ quốc vĩ đại. Các nhà trắc địa và các nhà địa hình là chiến hữu gần gũi của pháo binh, súng phóng lựu và "cachiusa" nổi tiếng. Trong những điều kiện khác nhau nhất, họ đã tiến hành đo vẽ địa hình và khảo sát, xây dựng các bản đồ chuyên môn, hướng dẫn bộ đội sử dụng đúng đắn các tài liệu khác nhau về thực địa, giúp cho các cấp chỉ huy đơn vị xác định chính xác vị trí địch, thực hiện vai trò đi đầu, chuẩn bị sa bàn thực địa phục vụ cho chỉ đạo chiến đấu thắng lợi.

Song đây cũng chưa phải là nhiệm vụ chính của nhà địa hình quân sự trong thời gian chiến tranh. Nhiệm vụ chính - đó là đảm bảo kịp thời và đầy đủ bản đồ địa hình cho quân đội. Bản đồ chính là một thứ vũ khí, mà thiếu nó thì hiện nay không thể nào chiến đấu được. Các chiến sĩ ngoài mặt trận biết rõ giá trị của bản đồ như vậy. Cho đến nay, nhiều người tham gia chiến tranh vẫn nhớ những lời báo động được truyền miệng trong hàng quân rằng: "Chỉ huy không bản đồ!". Câu đó vang lên từng như viên sỏi quan đã mất đi một phần thị lực cho phép anh ta nhìn xa hơn, nhìn tốt hơn các chiến sĩ của mình.

Dưới đây xin kể một trong các chuyện xảy ra trong những ngày chiến tranh vệ quốc vĩ đại. Một nhóm trinh sát được phái vào hậu phương quân địch, ở cách xa tiền tuyến. Tình hình phức tạp đến mức cạn nguồn lương thực, quần áo giày dép của chiến sĩ rách nát. Lương thực cuối cùng kiệt quệ, và lúc đó người sĩ quan ra lệnh cho cấp

dưới bỏ bớt đồ đạc. Các chiến sĩ để lại một số trang bị không cần thiết lắm. Ngay bản thân viên trung úy cũng chỉ giữ lại vũ khí và tờ bản đồ địa hình đã bị ẩm ướt. Cuối cùng, bản đồ đã giúp cho các trinh sát viên đi qua sào huyệt bọn Hitle được trót lọt và cung cấp cho chỉ huy những tin tức giá trị.

Thiếu bản đồ địa hình việc quân trở nên vô nghĩa. Mỗi trận chiến đấu đều bắt đầu từ trên bản đồ. Trên bản đồ các vị chỉ huy các cấp từ trung đội trưởng đến Tổng tư lệnh tối cao đều sắp đặt những tính toán của mình. Bản đồ cần thiết như vũ khí, như đạn dược, người ta đề nghị, người ta yêu cầu. Chính vì vậy mà trong các loạt đạn chào mừng chiến thắng cuộc chiến tranh vừa qua, các nhà địa hình quân sự cũng có được vị trí xứng đáng. Trong cuộc duyệt binh lịch sử mừng chiến thắng, họ có mặt trong một đội hình với bộ binh, xe tăng, không quân, hải quân.

Bộ chỉ huy luôn luôn đánh giá cao lao động âm thầm nhưng quên mình của những người xây dựng bản đồ. Nguyên soái Leningrat X.M Bưđiônui trong lời chào mừng của mình nhân dịp kỷ niệm 50 năm thành lập Cục Địa hình quân sự đã nói: "Từ những ngày đầu tiên của cuộc nội chiến đến ngày cuối cùng của cuộc chiến tranh giữ nước vĩ đại, tôi luôn luôn tiếp xúc với các nhà địa hình. Tôi lúc nào cũng khâm phục họ ở tình yêu lao động sâu sắc, đức tính yêu nước và chủ nghĩa yêu nước không bờ bến".

CÁC BÀI TOÁN VỀ BẢN ĐỒ

"Tư duy thiên tài nhất cũng có thể là vô vọng hoặc thậm chí dẫn đến hậu quả chết người nếu như nó không dựa trên sự nghiên cứu thực địa, mà thực địa được nghiên cứu tốt nhất là dựa vào bản đồ địa hình".

V.V. VITCÔPXKI

• HỌC ĐỌC BẢN ĐỒ NHƯ THẾ NÀO?

Đọc bản đồ không phải là đọc tên sông ngòi, xóm làng v.v... ghi trên bản đồ, mà là biết nhìn trên bản đồ thực địa như tồn tại thực tế của nó, biết hình dung sinh động thực địa đó và nắm bắt được nội dung nó vốn có. Chẳng hạn, như Đ. Fuamanôp đã kể về khả năng phân tích bản đồ của Anh hùng cuộc nội chiến Liên Xô V.I Tsapaep như sau:

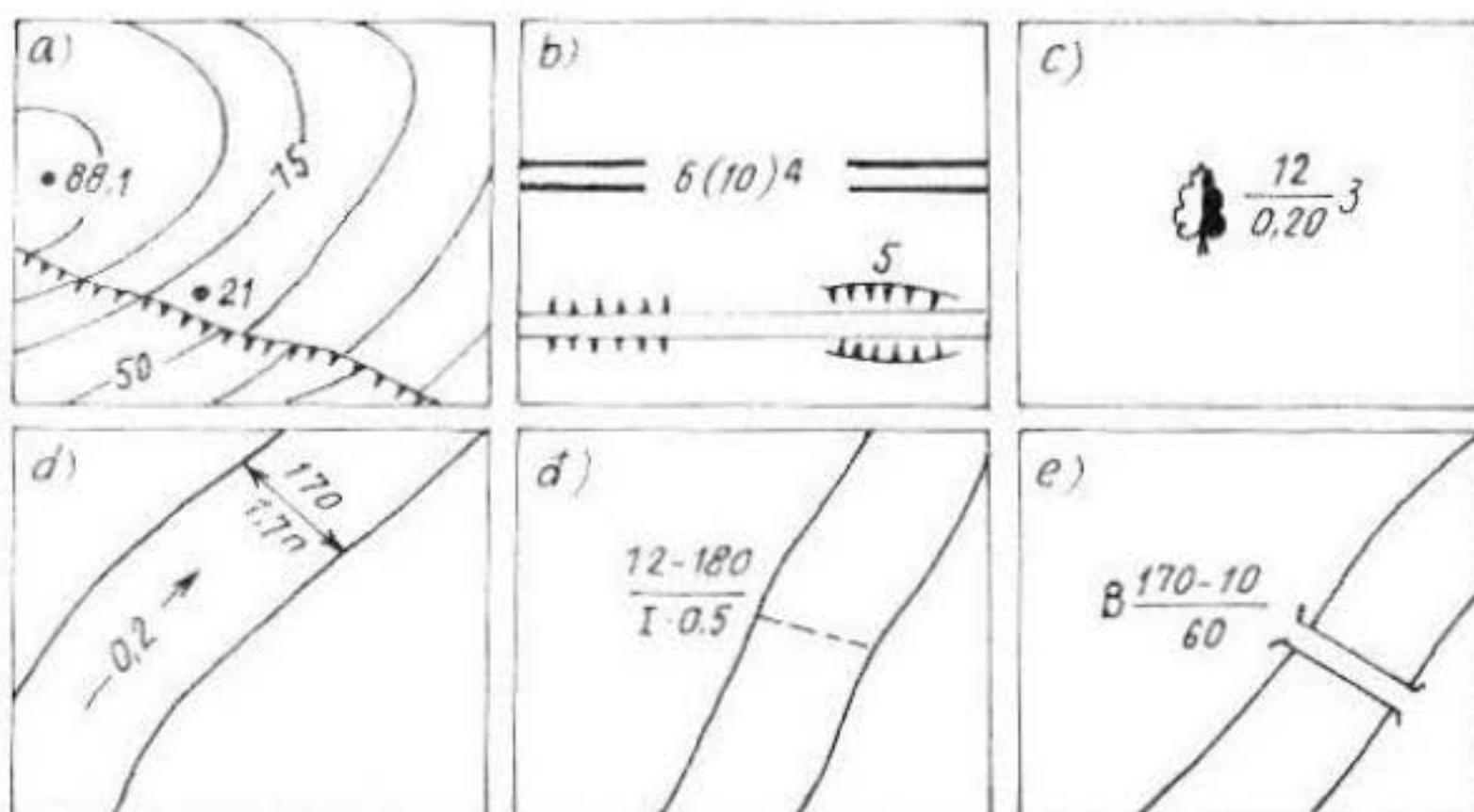
"Trước mắt Tsapaep, theo các đường nét mảnh mai của bản đồ mở ra những thung lũng tuyết, những xóm làng bị thiêu huỷ, cả những đoàn xe pháo đi trong hoàng hôn, bên tai nghe thấy cả tiếng gió rít tựa tiếng còi, trước mắt ánh

lên cả mô đất, giếng nước, những dòng sông xanh bị đóng băng, những chiếc cầu xám bị gãy, những bụi cây úa héo. Tsapaep lên đường".

Như các bạn thấy, vị tướng lĩnh thần thoại đã hiểu một cách sâu sắc về bản đồ, thụ cảm sống động và tường tận các ký hiệu của nó. Bản đồ đối với ông đã thành bức tranh thực địa sinh động, thậm chí chính là bức tranh phong cảnh.

Biết hình dung theo bản đồ toàn bộ thực địa nói chung, mà không chỉ là những địa vật rời rạc, đòi hỏi phải có sự rèn luyện, nhưng trước hết là phải nắm chắc ký hiệu và bản chất biểu thị địa hình.

Nghiên cứu ký hiệu không có khó khăn gì đặc biệt cả. Nhớ ký hiệu bằng chữ và bằng số và ghi chú dùng để biểu thị số lượng và chất lượng địa vật thì phức tạp hơn một chút. Cần biết ký hiệu làm giàu cho bản đồ, cho phép ta đánh giá thực địa một cách khách quan hơn. Chẳng hạn, có thể nhận biết về dòng sông theo ký hiệu chữ và số: bề rộng, bề sâu, tốc độ dòng chảy, tính chất của đất, độ sâu chỗ lồi, kích thước và trọng tải của cầu, phà. Một số ký hiệu chữ và số được dẫn ở h.70.

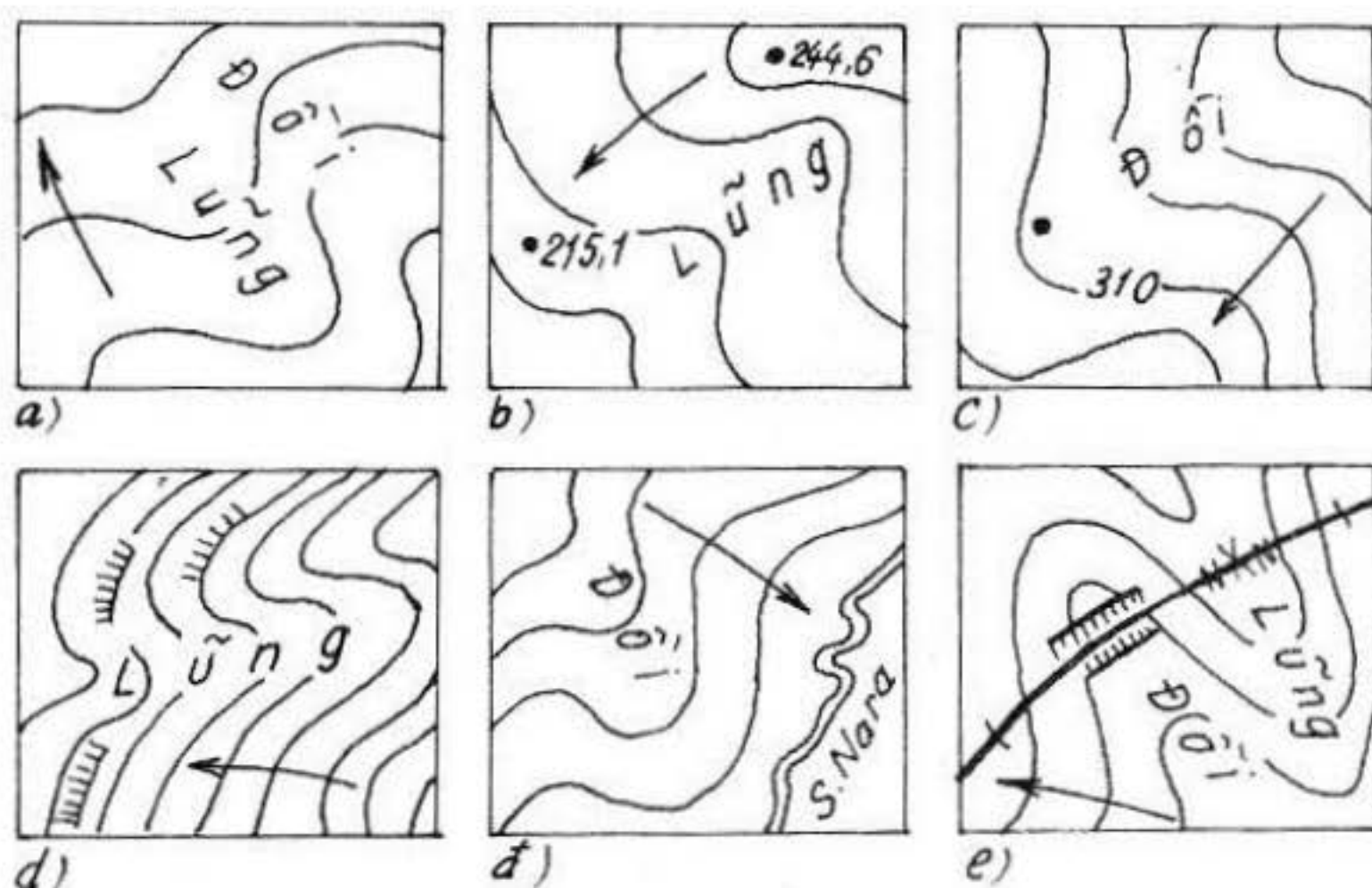


Hình 70: Đặc điểm thể hiện bằng chữ và bằng số.

a – địa hình: 88,1 là độ cao tuyệt đối tính bằng mét của điểm, 75 là độ cao tuyệt đối tính bằng mét của đường bình độ, 21 là độ cao của dốc (tính bằng m) ; b – đường nhựa: 6 là bề rộng của mặt đường (m), 10 là bề rộng của toàn bộ đường (m), A là vật liệu rải qua đường (nhựa), 6 là độ cao gò đất tính bằng mét, 5 là độ sâu lũng đất (m) ; c – rừng: 12 là độ cao của cây (m) ; d – sông: 0,2 là tốc độ dòng chảy (m/s), 170 là bề rộng của sông (m), 1,7 là chiều sâu của sông (m), P là đất của đáy sông (cát) ; đ – quang nông: 1,2 là độ sâu của quang nông (m), 180 là chiều dài quang nông (m), T là tính chất của đất (cứng), 0,5 là độ nóng chảy (m/s) ; e – cầu: K là vật liệu xây dựng (đá), 8 là chiều cao của cầu so với mực nước (m), 170 là bề dài của cầu (m), 10 là bề rộng của cầu (m), 60 là tải trọng của cầu (tính bằng tấn).

Có lẽ điều khó nhất là học cách hình dung độ lồi lõm của thực địa, tức địa hình , bằng đường bình độ. Đọc địa hình trên bản đồ đòi hỏi nhiều cố gắng và rèn luyện thói quen. Khó khăn là ở chỗ biểu thị những dạng đối lập của

địa hình như núi và lòng chảo, mà nhìn trên bản đồ thì chỉ là những đường bình độ khép kín khó phân biệt được. Giữa sông núi và khe lũng cũng khó nhìn như vậy. Chỉ có thể phân biệt chúng theo hướng của độ dốc. Do đó, thực chất của việc đọc địa hình là biết phân tích theo hướng độ dốc của các vùng lồi lõm. Các chuyên gia địa hình có thể dễ dàng xác định hướng dốc tại bất kỳ vị trí nào của bản đồ chỉ bằng vào các ký hiệu khác nhau, đôi khi rất nhỏ. Một số ký hiệu cơ bản trong số đó được trình bày ở h.71. Chúng ta hãy thử xác định hướng dốc tại một trong sáu thí dụ. trường hợp đầu (h.71,a) hướng dốc xác định bằng



Hình 71: Xác định hướng dốc.

a – theo mũi tên chỉ dốc ; b – theo ghi chú độ cao ; c – theo ghi chú độ cao đường bình độ ; d – theo dốc dạng răng ; d – theo sông ; e – theo mô đất và hố đất trên đường.

vạch ngang trên đường bình độ, vạch ngang này được gọi là *vạch chỉ hướng dốc*.

Ở hình 71,*b* cho ta ghi chú độ cao tuyệt đối của hai điểm. Rất rõ ràng rằng, dốc sẽ hướng từ điểm có độ cao lớn đến điểm có độ cao nhỏ.

Dấu hiệu thứ ba xác định dốc là căn cứ vào ghi chú độ cao đường bình độ. Khi biên soạn bản đồ, người ta quy ước mọi ghi chú độ cao của đường bình độ đều biểu thị sao cho bên trên chữ số là hướng về phía răng lược của sông núi hoặc đỉnh đồi, đỉnh núi. Trong thí dụ của ta trên hình 71,*c* nơi có ghi chú đường bình độ 310, hướng dốc đi từ phải sang trái.

Khi có bờ cao, hướng dốc xác định theo hướng bờ cao mà theo ký hiệu biểu thị bằng các nét vạch (h.71,*d*).

Trên hình 71,*d* trình bày dấu hiệu rất phổ biến xác định hướng dốc - theo đối tượng thủy văn. Rõ ràng trên thực tế "nước chảy chỗ trũng", và như vậy, dốc luôn luôn hạ thấp về phía sông, ngòi, ao hồ.

Thí dụ cuối cùng (h.71,*e*) liên quan tới việc có các công trình nhân tạo, chẳng hạn có sự đào đắp trên đường như cống rãnh, mô đất. Có bồi đắp khi đường đi qua lũng vực, có đào xới khi đường vượt qua đường chia nước, qua sông núi. Những ký hiệu này cho phép phân biệt sông núi và thung lũng và xác định hướng của dốc.

Địa hình và địa vật ở trong mối quan hệ qua lại liên tục. Do đó đọc bản đồ theo từng bước (giai đoạn), đầu tiên đọc địa vật, sau đó đến địa hình, giống hệt như là đọc

sách theo trang mở. Học đọc bản đồ cần gắn liền với hình ảnh biểu thị địa hình, địa vật.

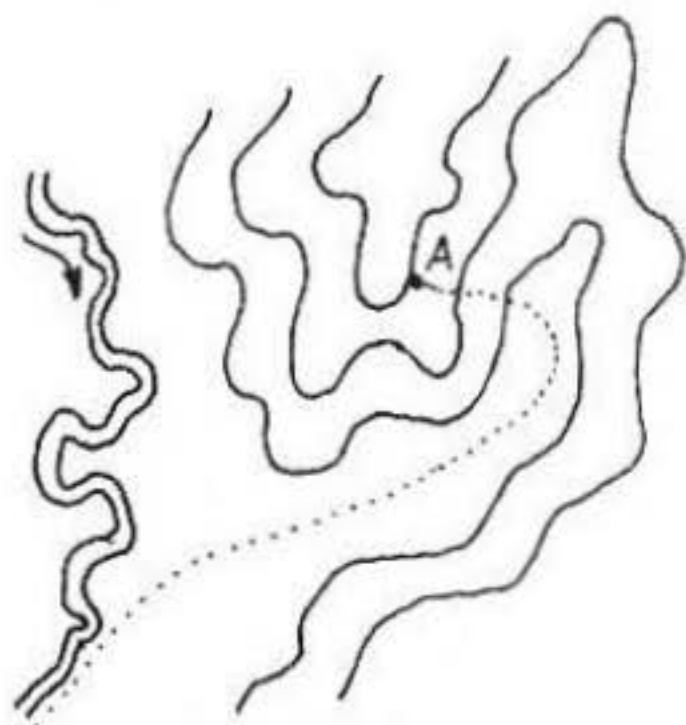
Đọc bản đồ thậm chí đối với người đã có sự luyện tập vẫn là phức tạp hơn đọc sách. Song, lẽ dĩ nhiên đọc một tờ bản đồ có thể nhanh hơn nhiều so với việc mô tả thực địa được đo vẽ. Người ta đã tính toán rằng, để diễn đạt bằng lời nội dung của một tờ bản đồ tỷ lệ 1 : 100 000 cần có một cuốn sách dày 400 trang. Muốn xác nhận điều này, bạn thử lấy một tờ bản đồ địa hình, trên đó biểu thị hai - ba con sông, một mạng lưới đường sá trung bình, mười mười hai điểm dân cư và bạn thử mô tả chúng bằng lời sao cho đủ thay được tờ bản đồ. Bạn dễ dàng thấy ngay rằng thay thế bản đồ bằng lời diễn tả là điều không thể làm nổi, chưa nói đến làm như vậy quá ư công kênh.

• BÀI TOÁN GIỌT NƯỚC

Học xác định hướng dốc có thể phân biệt dễ dàng độ cao thấp của địa hình, phân biệt được núi sông với thung lũng.

Bạn hãy kiểm tra trình độ đọc địa hình của mình xem như thế nào. Bạn lấy một tờ bản đồ có biểu thị địa hình một cách rõ ràng và đánh dấu điểm tại một nơi tùy ý.

Trước hết tại điểm đã biết cần xác định hướng dốc theo độ nghiêng lớn



Hình 72 : Đường giọt nước

nhất. Hướng sẽ đi theo pháp tuyến về phía đường bình độ gần nhất theo chiều đi xuống. Bây giờ ta vạch theo hướng này một đường đến chân dốc. Ở đây cần vạch qua một đường thung lũng, đường này dễ dàng xác định theo rìa đường bình độ. Theo vị trí thấp nhất của thung lũng - đường đáy thung lũng - ta vạch đường về phía đi xuống đến lòng suối hoặc lòng sông. Ở đây giọt nước của chúng ta nhập vào dòng chảy và tiếp tục con đường của mình theo dòng chảy. Trên hình 72, đường chấm chấm biểu thị con đường mà theo đó giọt nước đi qua từ điểm A.

Không phải lúc nào giọt nước cũng có thể đổ vào dòng chảy chính. Có thể trên đường đi của mình nó gặp lòng chảo, và tại đây hội lưu với nhiều giọt nước khác, chúng tạo thành hồ tạm thời hoặc vĩnh viễn.

• XÁC ĐỊNH TỶ LỆ BẢN ĐỒ NHƯ THẾ NÀO?

Thường trên mỗi tờ bản đồ đều có thước tỷ lệ bằng số hoặc thước tỷ lệ dài. Nhưng vì một nguyên nhân nào đó không bố trí được thước tỷ lệ thì sao? Bạn hãy thử tưởng tượng trường hợp trong tay bạn không có cả tờ bản đồ, mà chỉ có một mảnh thôi, mà trên đó lại không có thước tỷ lệ. Một chuyên gia có kinh nghiệm dễ dàng giải quyết vấn đề này.

Đây là những phương pháp cơ bản có thể dùng để xác định tỷ lệ bản đồ.

Theo lưới kilômet. trên tất cả các bản đồ địa hình đều in lưới kilômet. Các cạnh ô vuông của lưới tương ứng với một số xác định kilômet. Điều này dễ dàng nhận biết theo

ghi chú tại đầu ra của cạnh lưới tại khung bản đồ. Chúng ta giả thiết rằng khoảng cách giữa hai cạnh liền kề của lưới bằng 1 km. Bây giờ ta đo khoảng cách này bằng thước: ta được 2 cm có nghĩa là tỷ lệ bản đồ cứ 1 cm ứng với 500 m ($1000 : 2$) hoặc $1 : 50\ 000$ (H.73,a).

Theo số hiệu của mảnh. Số hiệu mảnh là tên gọi bằng chữ và số của mỗi mảnh bản đồ. Mỗi hạng tỷ lệ có ký hiệu của nó, căn cứ vào đó người ta dễ dàng xác định tỷ lệ bản đồ. Thí dụ:

M - 35	tỷ lệ 1 : 1000 000
M - 35 - A	tỷ lệ 1 : 500 000
M - 35 - XI	tỷ lệ 1 : 200 000
M - 35 - 18	tỷ lệ 1 : 100 000
M - 35 - 18 - A	tỷ lệ 1 : 50 000
M - 35 - 18 - A - b	tỷ lệ 1 : 25 000
M - 35 - 18 - A - b - 1	tỷ lệ 1 : 10 000

Theo khoảng cách đã biết (h.73, c). Trên các bản đồ tỷ lệ lớn, các cột kilômét trên đường nhựa được biểu thị bằng các kí tự đặc biệt. Đứng tại vị trí như vậy đo khoảng cách từ cột này đến cột khác và ta nhận biết ngay được tỷ lệ bản đồ (số centimet của bản đồ tương ứng với một kilômét thực địa).

Trên các bản đồ khác, thí dụ, bản đồ tỷ lệ 1: 200 000 trên đường đặt các khoảng cách theo kilômét giữa các điểm dân cư. Trong trường hợp này cần đo trên bản đồ bằng thước khoảng cách tính ra centimet từ điểm dân cư này

độ dài mỗi phút bằng 3,7 cm. Có nghĩa rằng, tỉ lệ bản đồ sẽ là 1: 50 000, tức 1 cm trên bản đồ ứng với 0,5 km trên thực địa.

- **ĐO KHOẢNG CÁCH NHƯ THẾ NÀO?**

Muốn xác định khoảng cách giữa hai điểm, trước hết người ta đo khoảng cách trên bản đồ, sau đó dùng thước tỉ lệ số hoặc thước tỉ lệ dài của bản đồ sẽ biết giá trị thực của khoảng cách này trên thực địa. Khi dùng thước tỉ lệ số, khoảng cách đo được trên bản đồ giữa hai địa vật tính bằng centimet đem nhân với trị số của thước tỉ lệ. Chẳng hạn, trên bản đồ tỉ lệ: 1: 50 000, khoảng cách đo được giữa hai địa vật là 4,2 cm. Trị số thước tỉ lệ là 500 m, như vậy, khoảng cách sẽ bằng $4,2 \cdot 500 = 2100$ m.

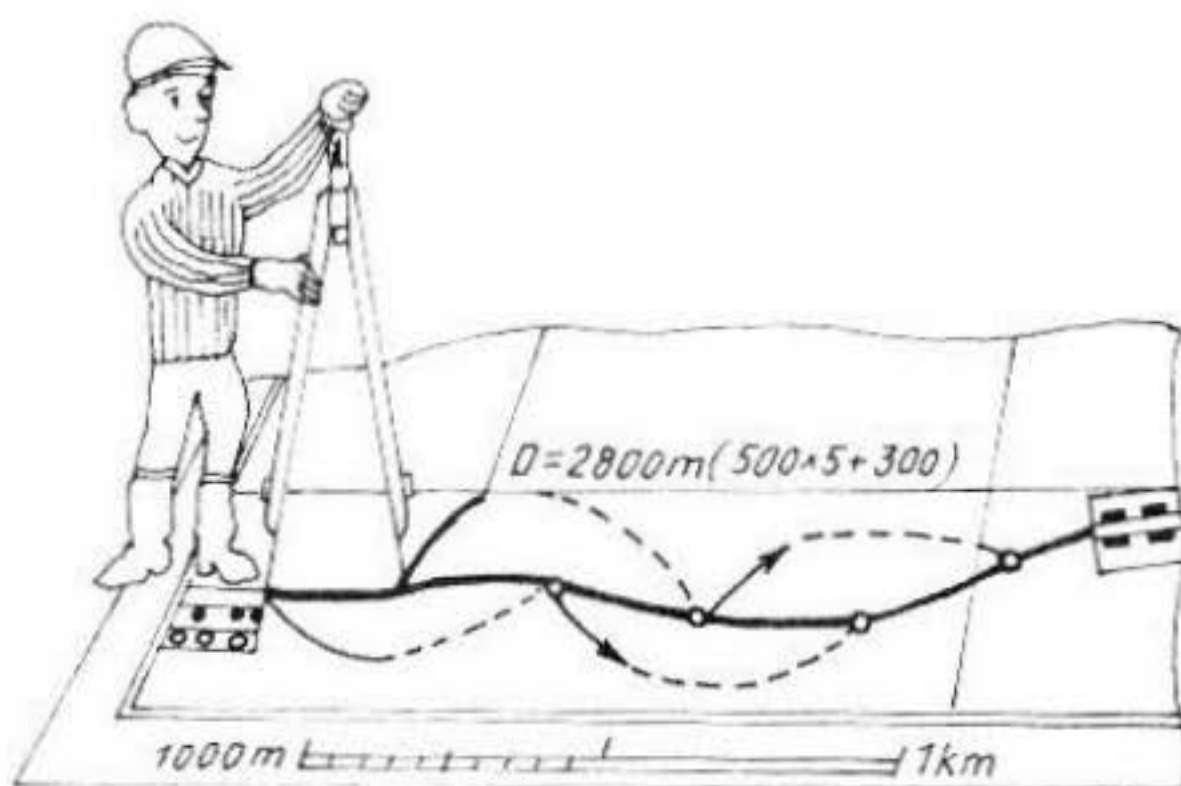
Dùng thước tỉ lệ dài xác định khoảng cách trên bản đồ đơn giản hơn nhiều. Muốn vậy đo bằng compa, thước dài hoặc giấy băng.

Khoảng cách giữa các điểm đã cho trên bản đồ, sau đó đặt compa vào thước tỉ lệ dài và ghi nhận số đọc.

Trên thực tế thường phải đo khoảng cách không phải theo đường thẳng mà theo đường gấp khúc hoặc đường cong, chẳng hạn đo độ dài đoạn đi trên đường. Trường hợp này có thể sử dụng một trong các phương pháp sau đây.

Bằng bước compa. Xác lập một độ mở nào đó của compa gọi là bước. Độ dài của bước phụ thuộc vào mức độ cong của đường, nhưng thường không quá 1 cm.

Đặt một chân compa vào điểm mở đầu của đường, còn chân kia đặt theo hướng đường được đo (h.74). Quay compa,



Hình 74: Xác định khoảng cách theo bản đồ bằng cách dùng compa.

ta được thước compa trên đường đo. Tổng độ dài của đường đo bằng tổng số bước nhân với bước compa theo tỉ lệ bản đồ cộng với số dư được đo theo thước tỉ lệ dài.

Bằng phương pháp tăng độ mở compa. Đường cong phải đo đem chia bằng gạch ngang sao cho các đoạn tương đối thẳng. Đặt một chân compa vào điểm mở đầu của đường cong và mở rộng compa cho đến khi chân kia chạm vào nét vạch đầu tiên. Tiếp tục, giữ chân thứ hai trên giấy thật chắc, đồng thời quay chân thứ nhất sao cho vừa với đoạn thứ hai, tức đoạn giữa nét vạch đầu và nét vạch thứ hai. Sau đó, trong khi đặt chân thứ nhất tại điểm này ta mở compa cho tới khi chân thứ hai trùng với nét vạch thứ hai và cứ như vậy đến cuối đường phải đo. Độ mở cuối cùng của compa sẽ tương ứng với độ dài đường cong theo tỉ lệ bản đồ.

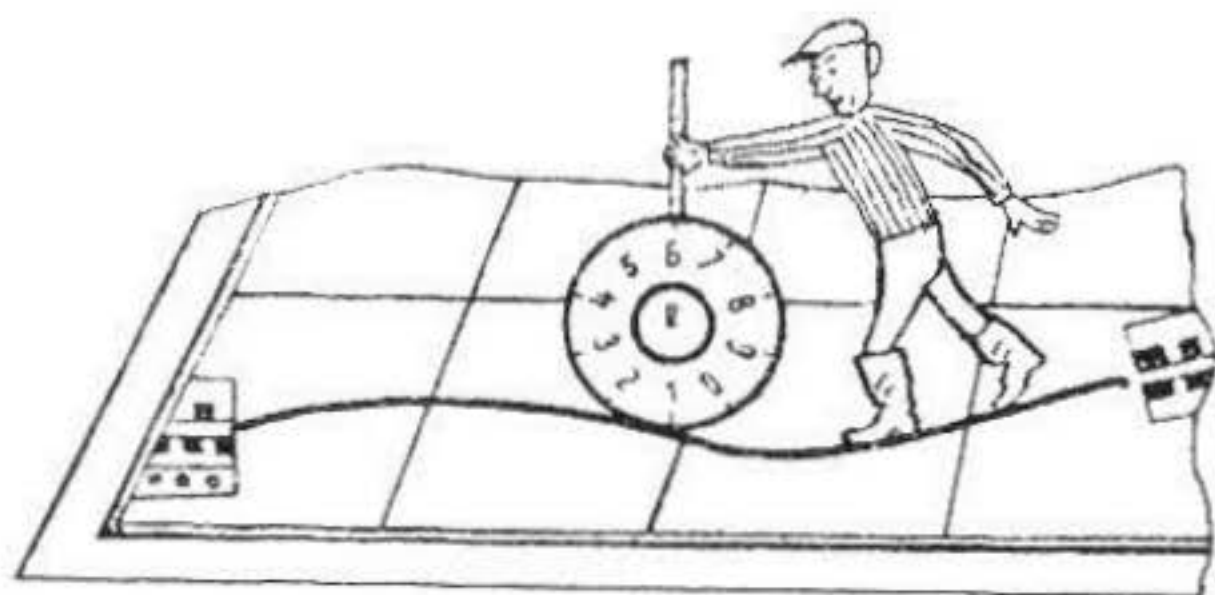
Băng băng giấy. Đặt mép băng vào đoạn đầu của đường và đánh dấu băng nét vạch điểm đầu và điểm quay. Sau đó quay băng sao cho mép băng trùng với đoạn thứ hai của đường đo, còn nét vạch đánh dấu điểm quay thì trùng với điểm quay. Chuyển điểm quay thứ hai đến rìa băng tại vị trí như vậy v.v. Khoảng cách chính giữa nét vạch đầu và nét vạch cuối xác định theo thước tỉ lệ dài. Nếu đoạn đo lớn hơn độ dài thước tỉ lệ, thì đặt băng vào cạnh bất kỳ lưới kilômét. Căn cứ vào đó mà tính một số nguyên kilômét, còn số dư tính theo thước tỉ lệ dài.

Có thể dùng thước kẻ thường thay cho băng giấy. Trên đó không cần ghi nét vạch, mà chỉ cần đọc số centimet và milimet theo mỗi đoạn đường rồi cộng lại. Khoảng cách đo được bằng centimet nhân với trị số thước tỉ lệ sẽ tương ứng với khoảng cách thực trên thực địa.

Băng dụng cụ đo cong. Cơ sở của dụng cụ đo cong là bánh xe nhỏ đã biết độ dài đường tròn của bánh xe. Bánh xe quay truyền động qua mũi tên quay được trên thang độ vòng. Biết số vòng quay của bánh xe theo đường phải đo, dễ dàng xác định được độ dài của nó. Khi đo khoảng cách, cần đặt kèm ở vạch chia số không và di động bánh xe dọc theo đường đo. Nhân số đọc tính ra centimet với trị số thước tỉ lệ, kết quả ta sẽ được khoảng cách thực trên thực địa. Ở các thước đo cong kiểu mới, thang độ trên mặt thước được bố trí có tính đến tỉ lệ bản đồ và số đọc cho biết ngay khoảng cách tính bằng kilômét và bằng met.

Thước đo cong đơn giản nhất có thể tự chế bằng thủ công trong vài phút. Cắt tấm bìa cáctông mỏng thành một

bánh xe bán kính 16 mm. Độ dài vòng tròn của bánh xe như vậy sẽ bằng 10 cm. Chia vòng tròn bằng những nét vạch ra làm 10 phần bằng nhau và làm một số thang độ từ 0 đến 9. Làm một cái cán bằng bìa gắn vào bánh xe và đầu mút của nó lấy bằng không dính cuộn lại. Để ổn định thước đo cong lấy tấm bìa cactông mỏng làm hai vòng đệm. Làm xong thước đo cong bạn có thể bắt tay vào đo khoảng cách(h. 75).

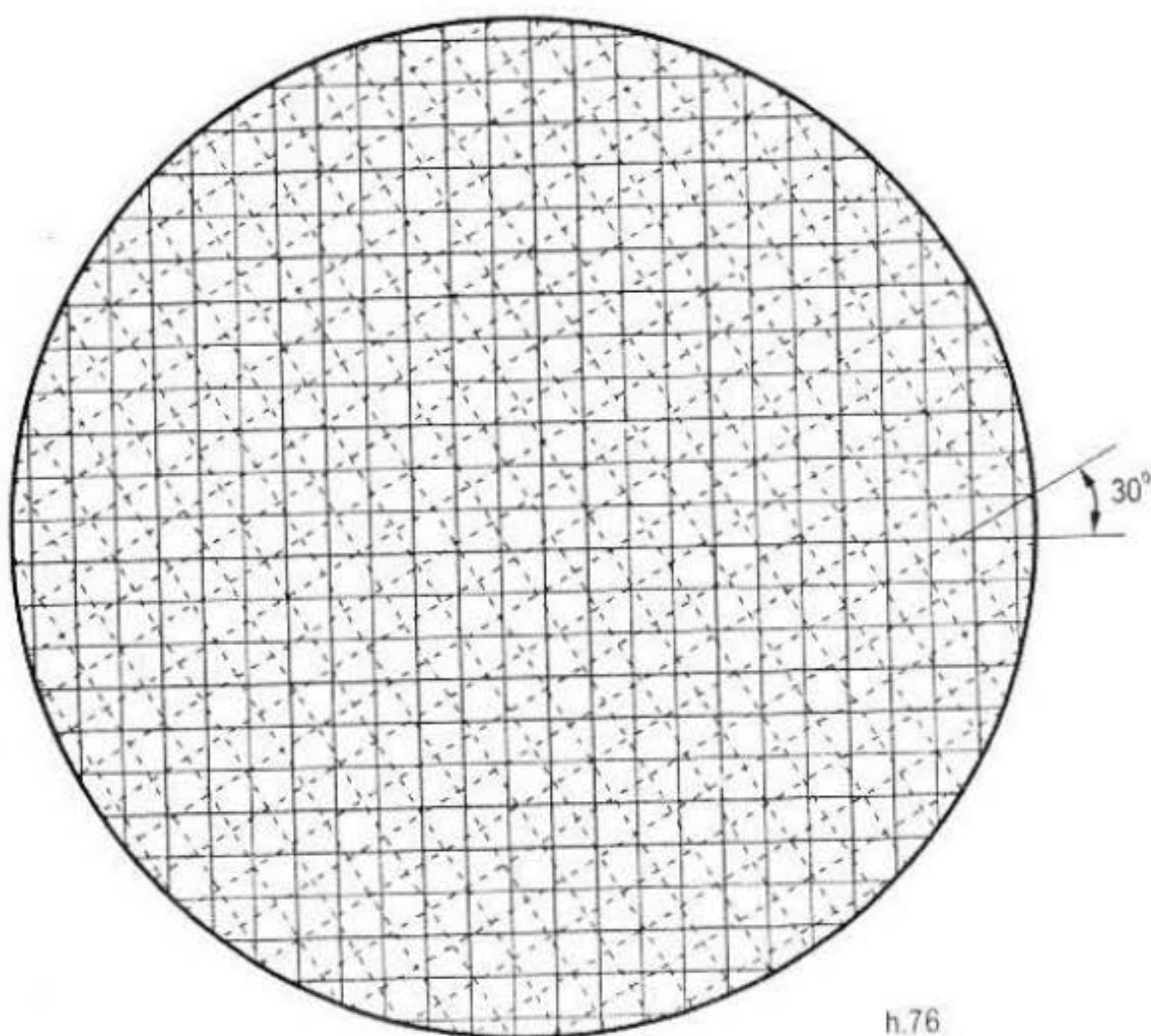


Hình 75: Xác định khoảng cách theo bản đồ bằng dụng cụ đo cong.

Sau khi đặt trùng vạch khắc số không của bánh xe vào điểm đầu của đoạn phải đo, bạn hãy lăn bánh xe trên bản đồ và tính xem vạch khắc này chạm vào bản đồ bao nhiêu lần. Số vòng quay sẽ tương ứng với đơn vị hàng chục centimet. Đơn vị centimet tính theo cột chia của bánh xe

tại điểm tiếp xúc giữa bánh xe và bản đồ. Sau khi biết được đoạn đường do bánh xe đo tính bằng centimet, có thể căn cứ vào trị số thước tỉ lệ xác định khoảng cách thực tính bằng kilômet và bằng met.

Dùng thước đo tròn (h.76). Trên một nền trong suốt dùng hai màu khác nhau kẻ hai lưới ô vuông cắt nhau dưới góc 30^0 . Các cạnh ô vuông phải là 3,82 mm đối với mỗi lưới. Dụng cụ đơn giản này gọi là thước đo tròn do nhà bác học Ba Lan Xteihaux đề nghị vào năm 1930.



Hình 76: Thước đo tròn.

Muốn đo độ dài, người ta đặt thước đo tròn trên bản đồ sao cho các đầu đường cong phải đo nằm bên trong lưới. Tính số cạnh hình vuông cắt bởi đường cong phải đo theo lưới một màu, sau đó, không di động thước – tính theo màu còn lại. Rồi lấy số trung bình cộng của các số dọc theo hai lưới, trị số gấp ba của nó sẽ cho ta độ dài đường phải đo tính bằng milimet.

• **KHOẢNG CÁCH TRÊN BẢN ĐỒ CÓ TƯƠNG ỨNG VỚI KHOẢNG CÁCH THỰC KHÔNG?**

Dù bằng phương pháp nào đi nữa chúng ta cũng không thể đo khoảng cách theo đường cong và đường gấp khúc tương ứng thực sự với khoảng cách phải đo. Điều này dễ dàng xác nhận bằng cách kiểm tra kết quả theo đồng hồ đo đường đi của ô tô: khoảng cách theo bản đồ thường nhỏ hơn số chữ trên đồng hồ đo. Làm nhiều lần kiểm tra như vậy. Tiến hành kiểm tra trên thực địa khác nhau, còn khoảng cách xác định trên bản đồ các tỉ lệ khác nhau. Kết quả xác định được hệ số tăng lên của khoảng cách nêu trong bảng:

Đặc điểm thực địa	Hệ số đối với các bản đồ tỉ lệ		
	1:50 000	1:100 000	1:200 000
Vùng núi cắt xẻ mạnh	1,15	1,20	1,25
Vùng đồi cắt xẻ trung bình	1,05	1,10	1,15
Vùng đồng bằng mức độ cắt xẻ yếu	1,00	1,00	1,05

Bạn thử suy nghĩ xem tại sao lại có sự khác biệt về khoảng cách như vậy?

Có thể giải thích điều đó như sau. Khi đo vẽ thực địa, người ta đưa vào bản đồ không phải độ dài đường nét mà là độ dài hình chiếu của đường nét đó lên mặt thủy chuẩn. Và giải thích như vậy là có căn cứ. Ngay khi nhìn theo mặt cắt, thì đường nét trên thực địa sẽ là cạnh huyền, còn hình chiếu của nó trên bản đồ là cạnh góc vuông của hình tam giác. Cạnh góc vuông a luôn nhỏ hơn cạnh huyền c và có thể xác định nó theo công thức:

$$a = c \cos \alpha.$$

trong đó α là góc nghiêng của thực địa.

Dùng công thức này, ta tính được hiệu giữa cạnh huyền và cạnh góc vuông với điều kiện góc nghiêng thực địa bằng 5° , góc cực đại như vậy được chấp nhận trên đường ô tô theo các tiêu chuẩn hiện hành, $\cos 5^\circ$ bằng 0,9962. Với trị số này, hiệu cho mỗi met sẽ bằng 0,0038m, tức nhỏ hơn nửa phần trăm. Có nghĩa là có cái gì đó không phải như vậy và nguyên nhân chính không phải ở đây.

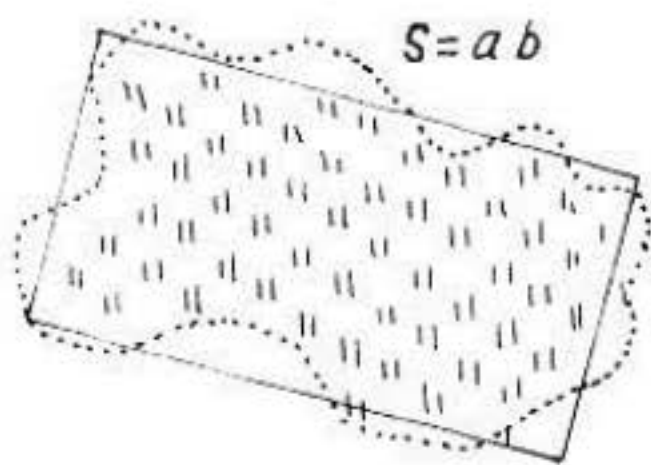
Bạn lại chú ý đến bảng. Đối với cùng một vùng thực địa hệ số tăng lên khác nhau, tỉ lệ càng nhỏ, trị số của chúng càng lớn.

Bản đồ không phải bản sao chép chính xác thực địa. Các nhà địa hình và các nhà bản đồ khi đo vẽ và biên soạn bản đồ phải dùng phương pháp lấy bỏ, tổng quát hóa các yếu tố riêng lẻ của thực địa. Khi chuyển sang tỉ lệ nhỏ hơn nhiều chi tiết phải bỏ qua. Cụ thể như trên các đường cong và uốn khúc, những chỗ cong nhỏ phải nắn thẳng và do đó khoảng cách đo được theo đó trên bản đồ luôn nhỏ hơn khoảng cách thực tế.

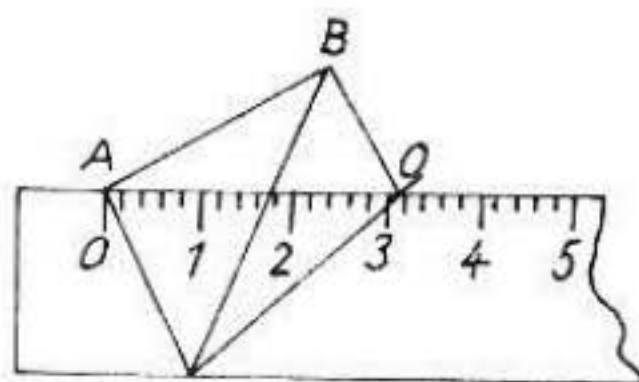
• ĐO DIỆN TÍCH NHƯ THẾ NÀO?

Đo diện tích theo bản đồ đòi hỏi sử dụng những biện pháp hỗ trợ. Sau đây nêu một số phương pháp đó

Phương pháp hình học. Cần xác định diện tích thửa ruộng người ta lượng bằng mắt một hình chữ nhật tương đương (h.77). Sau khi đo cạnh đáy và chiều cao (bề dài và bề rộng), nhân hai trị số đó với nhau ta sẽ được diện tích của hình. Muốn xác định chính xác hơn, người ta chia hình ra làm một lưới các hình chữ nhật, hình vuông và hình tam giác. Diện tích mỗi hình này tính theo công thức hình học đã biết. Tổng diện tích các hình riêng lẻ cho ta một diện tích chung thuộc phạm vi thửa ruộng.



Hình 77: Dựng hình chữ nhật để xác định diện tích.



Hình 78: Xác định diện tích hình tam giác bằng thước chuyên dùng

Diện tích hình tam giác, như mọi người đều biết, bằng một nửa tích của đáy với độ cao. Có nghĩa là tại mỗi hình tam giác cần đo hai đại lượng. Mà phải chăng không thể

tìm được một cạnh có độ dài bằng về con số với diện tích của hình tam giác.

Dường như có thể, và rất đơn giản, chỉ để làm việc đó cần có thước rộng 2cm. Nếu không có thước như vậy, thì có thể thay bằng băng giấy, trên đó có chia vạch milimet.

Chẳng hạn, chúng ta phải đo diện tích của hình tam giác ABC (h.78). Qua điểm B ta kẻ đường thẳng BD song song với AC. Đặt thước đo sao cho số không của nó trùng với điểm A, còn mép kia của thước trùng với điểm C. Số đọc tại điểm D tính bằng centimet cho ta diện tích hình tam giác tính bằng cm^2 .

Xác định diện tích dựa trên cơ sở cạnh bằng nhau của hình tam giác có cạnh đáy và chiều cao như nhau. Trong trường hợp này tại các hình tam giác ABC và ADC, đáy AC chung, còn chiều cao hạ từ điểm B và D xuống đáy AC là như nhau. Mà diện tích hình tam giác ADC là

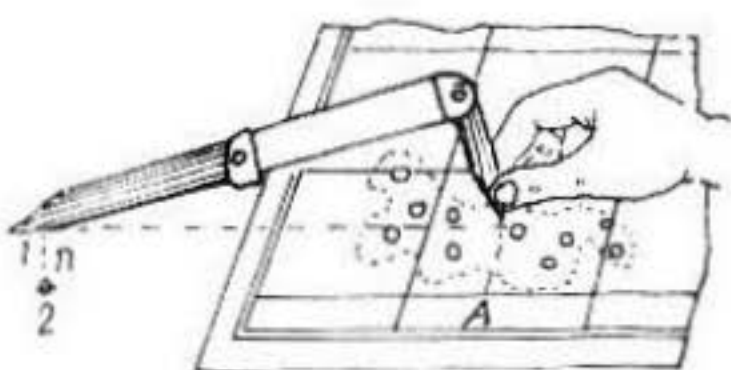
$$S = \frac{AD \cdot 2}{2}, \text{ tức bằng trị số đoạn AD.}$$

Dùng lưới ô vuông. Dùng lưới ô li (lưới ô milimet) dán vào một nền trong suốt hoặc phim để xác định diện tích cũng rất thuận tiện. Đặt lưới như vậy lên địa vật trên bản đồ, đọc số milimet vuông phủ trên diện tích bản đồ, đồng thời lượng bằng mắt phân thập phân của milimet. Biết được 1mm^2 bản đồ tương ứng với trên thực địa là bao nhiêu rồi nên ta dễ dàng xác định được diện tích trên bản đồ.

Trị số 1mm^2 dễ dàng xác định khi biết tỉ lệ của bản đồ. Thí dụ, trên bản đồ tỉ lệ 1:100000, 1mm tương ứng với 100m, có nghĩa là 1mm^2 bằng 1ha ($100 \times 100\text{m}$).

Dùng thước đo diện tích và dao díp. Để đo diện tích, các chuyên gia thường dùng một loại dụng cụ đặc biệt gọi là thước đo diện tích. Thao tác của thước đo diện tích dựa trên cơ sở là có thể biến đổi mỗi mặt thành một hình chữ nhật mà cạnh bằng độ dài cán của thước, còn chiều cao bằng tích của số vòng bánh xe với đường tròn của nó. Khoanh chu vi của diện tích phải đo bằng đầu kim gắn trên đầu cán thước ta được số đọc bằng với diện tích nằm trong chu vi.

Chúng ta sẽ không nghiên cứu chi tiết thao tác thước đo diện tích và cấu tạo của nó. Thay vào đó, chúng tôi hiến bạn đọc một phương pháp độc đáo đo diện tích bằng dao díp thông thường.



Hình 79 : Xác định diện tích bằng dao díp

Bạn hãy mở lưỡi dao lớn ra hết cỡ còn lưỡi dao nhỏ thì mở nửa chừng (h.79). Bạn tìm bằng mắt "trọng tâm" O của hình có diện tích phải đo và đặt đầu nhọn của lưỡi dao nhỏ vào đó. Với vị trí này bạn hãy ấn lưỡi dao lớn thành vết trên giấy. Sau đó dùng hai ngón tay cầm lấy lưỡi

dao nhỏ và di chuyển đầu nhọn của nó từ tâm O theo đường thẳng đến một điểm bất kỳ A nào đó và từ điểm đó tiếp tục khoanh chu vi của hình, sau đó theo đường OA lại quay về điểm O. Tại vị trí này ấn lưỡi dao lớn thành

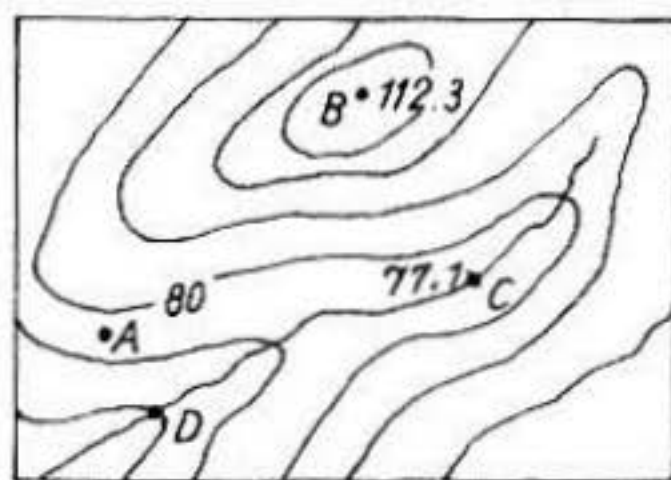
vết mới trên giấy. Khoảng cách n giữa hai dấu vết và khoảng cách b giữa hai điểm tiếp xúc của hai lưỡi dao với tờ giấy bạn hãy đo theo tỉ lệ bản đồ và xác định diện tích của hình theo công thức rất đơn giản: $S=nb$.

Để nâng cao độ chính xác cần đo hai lần ở các vị trí khác nhau của hai lưỡi dao. Đồng thời khi đo lần thứ hai cần di động lưỡi dao nhỏ theo hướng ngược lại. Trung bình cộng của hai lần đo như vậy cho ta xác định diện tích của hình với độ chính xác 2-3 phần trăm.

• ĐÂU CAO HƠN, ĐÂU THẤP HƠN?

Khi dùng bản đồ, điều quan trọng là biết xác định chênh cao giữa hai điểm với nhau. Có những tình huống như vậy trong những trường hợp rất khác nhau: khi thiết kế kênh mương, đường xá, nghiên cứu hướng đường, xác định tầm thông suốt giữa các đối tượng khác nhau của thực địa, v.v. Tóm lại, khi dùng bản đồ ta phải thường xuyên đặt cho mình câu hỏi là điểm nào trong số hai ba điểm trên bản đồ là cao hơn và cao hơn bao nhiêu met.

Phương pháp biểu thị địa hình bằng đường bình độ (đồng mức) được áp dụng cho phép ta có thể giải quyết vấn đề này với độ chính xác đủ cho công tác thực tiễn. Bạn hãy xem, trước



Hình 80 : Xác định chênh cao tương hỗ của các điểm thực địa.

mặt bạn là một phần tấm bản đồ, trên đó biểu thị thung lũng với dòng suối (h.80). Cần xác định độ sâu của thung lũng, tức độ chênh cao giữa đường chia nước và dòng chảy. Điều đó có thể làm được căn cứ vào hiệu các độ cao hoặc bằng vào số đọc đường bình độ.

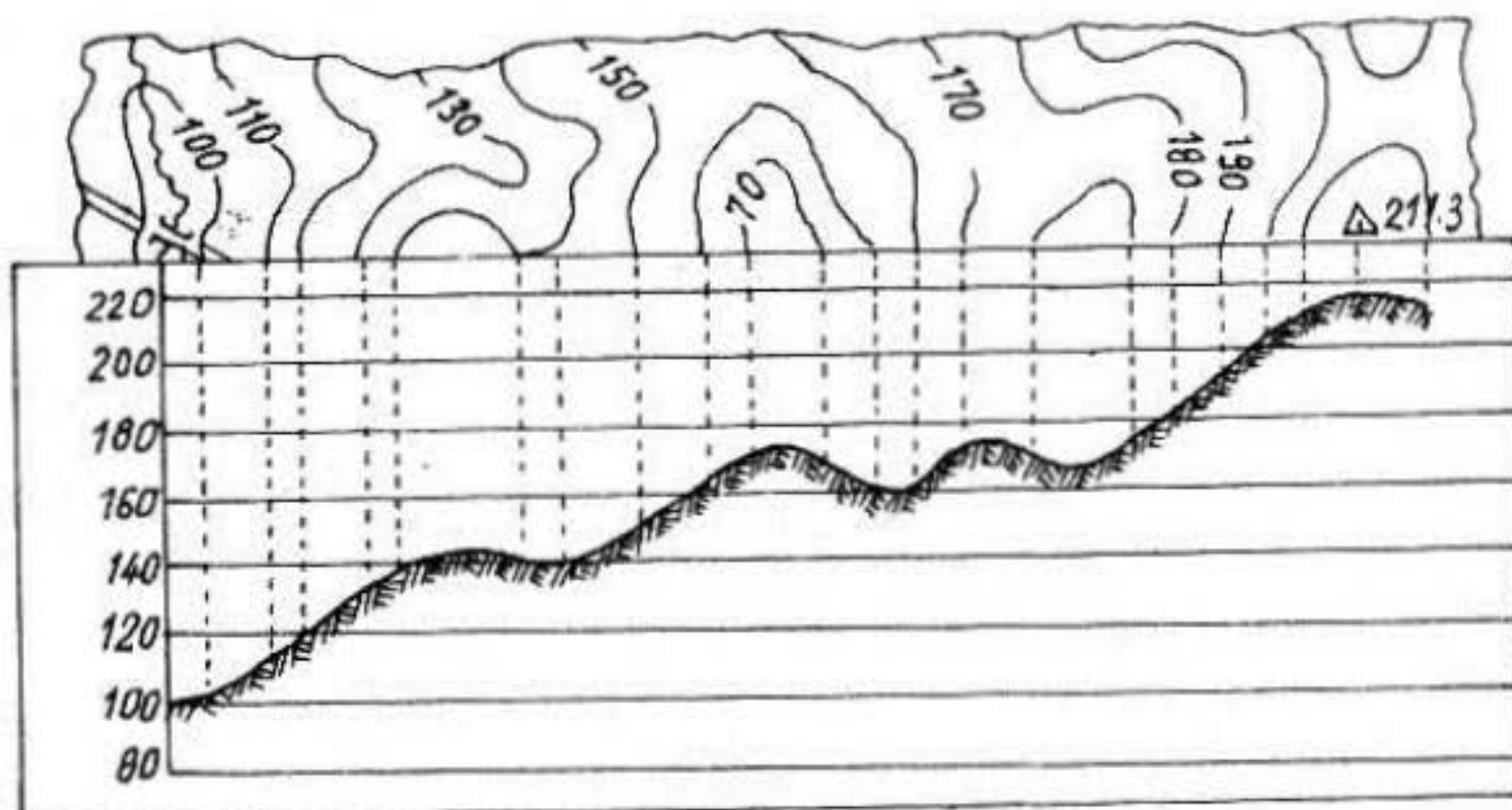
Theo hiệu các ghi chú độ cao. Công việc ở trên rất đơn giản khi có ghi chú độ cao, tức là độ cao tuyệt đối của các điểm thực địa ở trên và ở dưới. Chênh lệch độ cao cho ta trị số chênh cao tương đối giữa các điểm này. Thường người ta làm tròn kết quả đến số met nguyên. Trong thí dụ của ta, chênh cao của điểm B đối với điểm C sẽ bằng 35m (122,3-77,1). Còn nếu tại các điểm mà giữa chúng phải xác định chênh cao, lại không có ghi chú độ cao tuyệt đối, thì cần xác định chúng theo ghi chú độ cao gần nhất có ghi trên bản đồ. Ta làm như sau. Biết độ cao mặt cắt địa hình đầu tiên từ một ghi chú độ cao nào đó của đường bình độ, sau đó, thêm vào độ cao này trị số chênh cao của điểm đối với đường bình độ. Thí dụ: độ cao tuyệt đối của điểm A bằng 75m, bởi vì nó nằm cao hơn độ cao bảy chục, nhưng thấp hơn độ cao tám chục của đường bình độ. Như vậy, điểm này có chênh cao so với con suối tại điểm D là 15m.

Bằng cách tính đường bình độ. Trên mỗi tờ bản đồ đều có một mặt cắt địa hình nhất định. Có nghĩa là căn cứ vào số khoảng cách giữa các đường bình độ có thể xác định đường bình độ này cao hơn hoặc thấp hơn đường bình độ kia bao nhiêu met. Để xác định chênh cao giữa hai điểm thường người ta tính không phải là số khoảng, mà là số đường bình độ đi qua các khoảng đó. Kết quả cũng vậy

thời. Trên thực tế, số đường bình độ tương ứng với số khoảng trừ đi 1. Nhưng ở đây có được khoảng bổ xung là do một điểm nằm thấp hơn đường bình độ dưới, còn điểm thứ hai thì cao hơn đường bình độ trên. Có nghĩa là, có thể coi rằng chênh cao giữa hai điểm sẽ bằng số đường bình độ giữa chúng nhân với chiều cao mặt cắt địa hình. Ở thí dụ của ta, chênh cao giữa đường chia nước và dòng chảy (đường tự thủy), tức độ sâu thung lũng tại điểm C sẽ bằng khoảng 40m, còn tại điểm D bằng 20m.

• DỤNG MẶT CẮT NHƯ THẾ NÀO?

Chúng ta cần làm một bước chuyển ngắn từ cầu tới điểm cao 211,3 (h.81). Đoạn đường đi qua vùng cát xẻ mạnh dốc lên dốc xuống nhiều. Làm thế nào biểu thị được một cách trực quan hơn mọi hiện tượng lồi lõm gập trên đường đi? Điều đó có thể trình bày trên hình vẽ bằng một

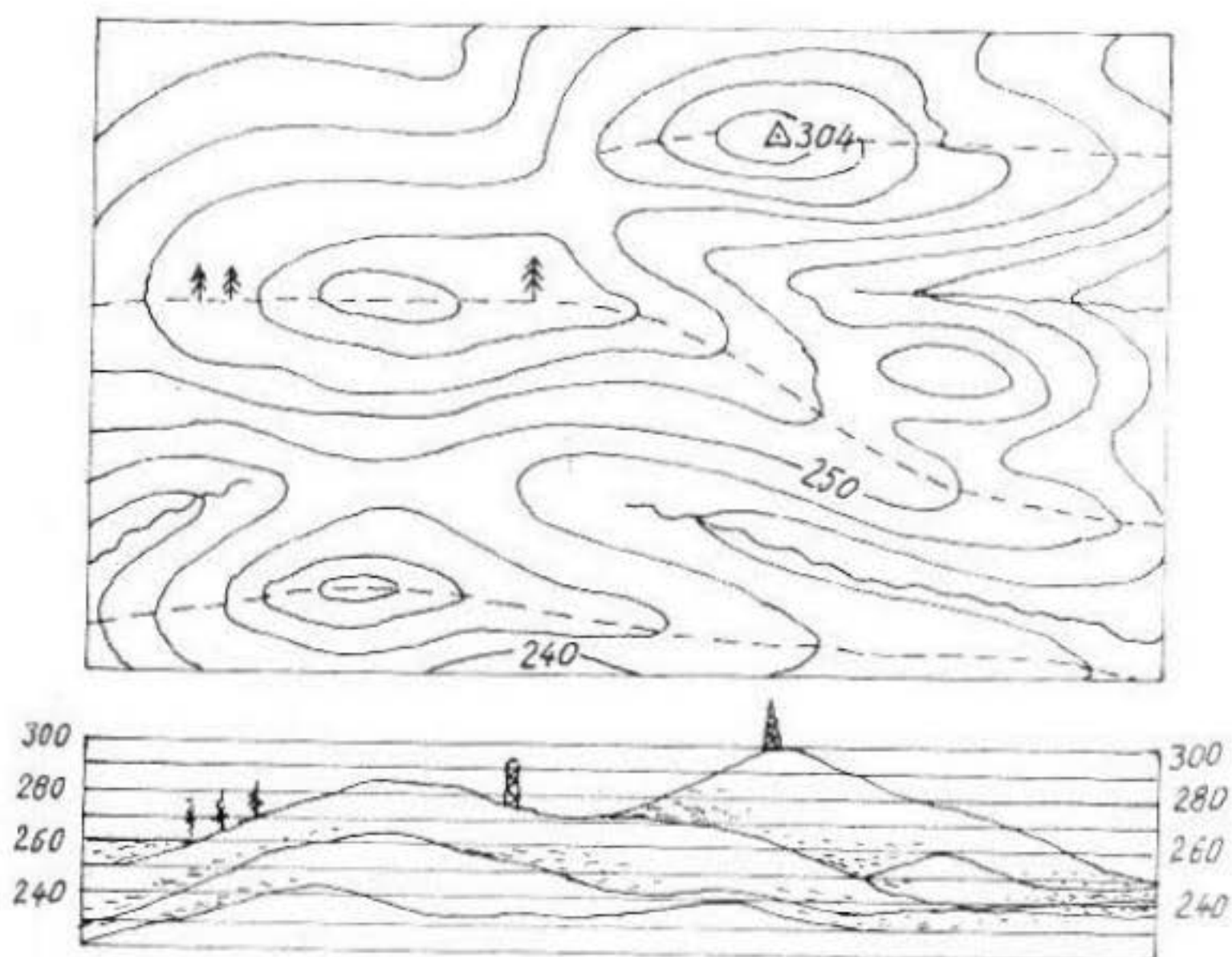


Hình 81: Dụng mặt cắt.

lạt cát thẳng đứng của thực địa. Bản vẽ như vậy gọi là mặt cắt, còn đường chứa mặt cắt đi qua gọi là *đường cắt nghiêng*.

Bây giờ ta lấy một tờ giấy, đặt mép của nó vào đường cắt nghiêng và dùng những vạch ngắn triển lên đó tất cả các đường bình độ. Gắn các nét vạch ta ghi các độ cao đường bình độ tương ứng. Sau đó vạch trên giấy hàng loạt đường song song nằm ngang bằng về độ dài đường cắt nghiêng của bản đồ. Khoảng cách giữa chúng biểu thị độ cao mặt cắt, lấy bằng 3-4mm, còn số khoảng cách phải tương ứng với số đường bình độ tại đoạn đã biết. Bên trái đường song song ta bố trí ghi chú độ cao đường bình độ, trong đó ghi chú độ cao nhỏ về trị số thì cần đặt ở dưới. Từ các nét vạch, ta kẻ các đường vuông góc đến cắt với các đường song song tương ứng theo ghi chú độ cao. Nối các giao điểm vừa được bằng một đường điều hoà ta sẽ được hình cắt nghiêng.

Mặt cắt nghiêng được xây dựng có tính đến tất cả các điểm uốn của địa hình. Đồng thời nó chỉ là quy ước, bởi vì kích thước thẳng đứng trên đó sẽ lớn hơn, ngay cho là theo tỉ lệ bản đồ đi chăng nữa. Các kích thước thẳng đứng của mặt cắt theo tỉ lệ bản đồ không thể duy trì được: chiều cao mặt cắt, chẳng hạn, bằng 5m theo tỉ lệ 1:50000 nhận được cả thấy bằng 0,1mm. Nếu hình dung dạng địa hình từ một điểm bất kỳ, có thể xây dựng mô hình thực địa. Làm như ở h.82 Đầu tiên người ta tìm tất cả các đường chia nước và xây dựng mặt cắt cho mỗi đường. Đồng thời chỉ biểu thị những phần mặt cắt không bị các gò đồng nằm phía trước che khuất.

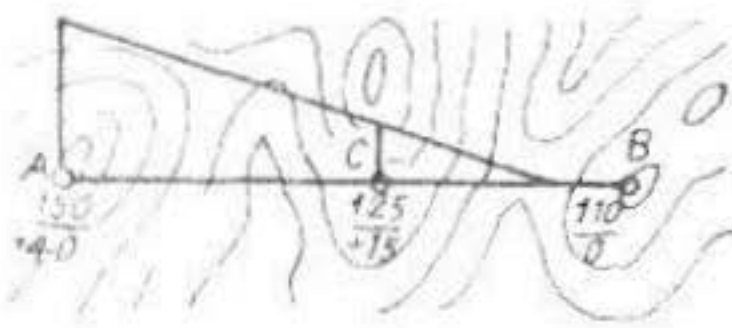


Hình 82: Dạng sa bàn thực địa.

• CÓ TẦM NHÌN THÔNG SUỐT QUA LẠI KHÔNG?

Xác định qua bản đồ tầm nhìn thông suốt qua lại của các điểm qui về việc phát hiện các chương ngại vật có thể che khuất đối tượng của người đo ngắm. Ở vùng đồng bằng, những vật như vậy thường là những địa vật. Ở vùng đồi núi cản trở cho việc đo ngắm là các sông núi, đồi gò và sự lồi lõm của địa hình liên kết với các địa vật. Do đó tầm nhìn thông suốt của thực địa phụ thuộc vào độ cao điểm đo ngắm và các địa vật ngăn cản việc đo ngắm.

Việc xác định tầm nhìn thông suốt dựa trên một số qui tắc chung. Ta ký hiệu điểm có người đo ngắm bằng chữ A, điểm được đo ngắm bằng chữ B, còn vật cản có thể



Hình 83: Xác định tầm nhìn thông suốt qua lại của các điểm bằng cách dựng hình tam giác

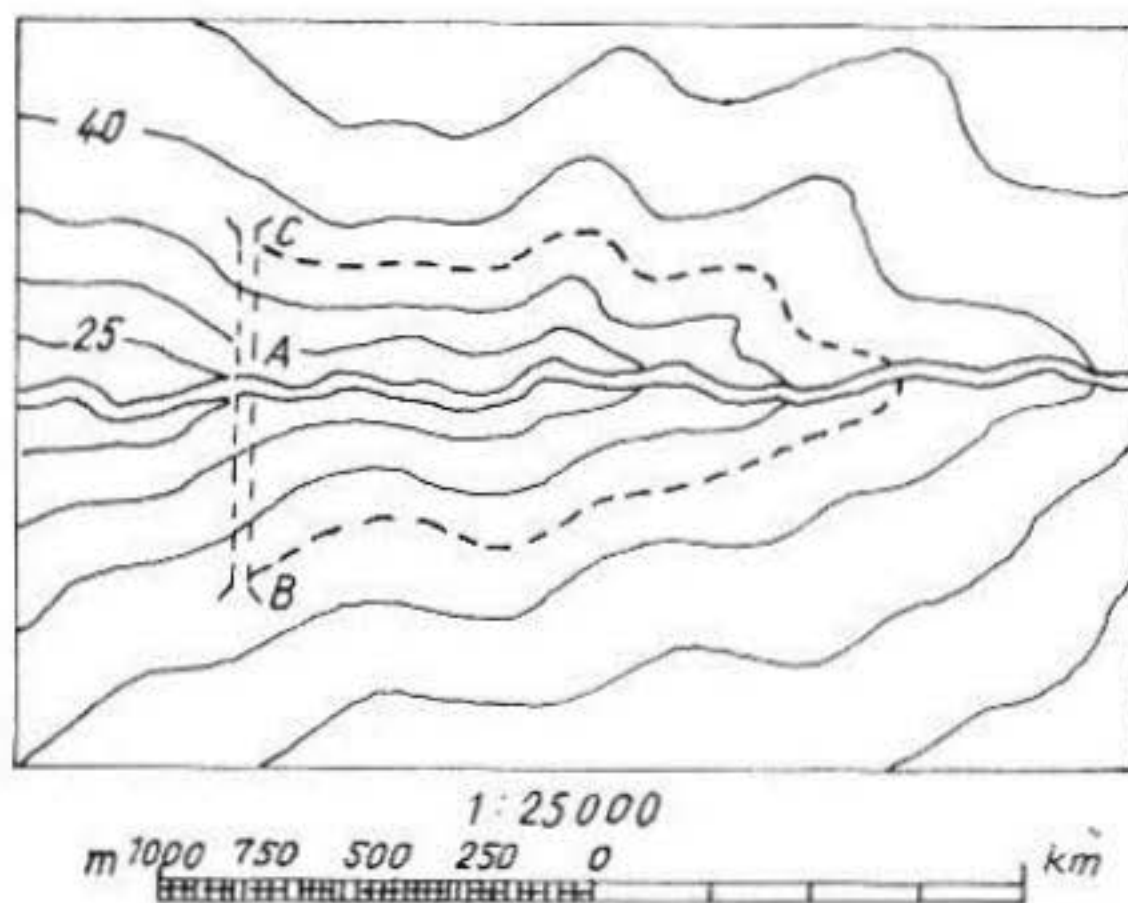
giữa chúng là C. Nếu độ cao vật cản C lớn hơn độ cao A hoặc B, thì tầm nhìn thông suốt giữa hai điểm này bị triệt tiêu. Nếu vật cản C có độ cao lớn hơn A và nhỏ hơn B và ngược lại, thì tầm nhìn thông suốt có thể có hoặc có thể không. Trường hợp này có

thể xác định sự hiện hữu của tầm nhìn thông suốt theo mặt cắt nghiêng. Nội trên đó điểm đo ngấm với điểm được đo ngấm, chúng ta có thể xác định ngay rằng, giữa chúng có vật cản hay không. Song phương pháp này tốn nhiều công sức. Thường trong thực tiễn, để xác định tầm nhìn thông suốt người ta xây dựng mặt cắt rút gọn trên bản đồ hoặc dựng hình tam giác. Giải bài toán này bằng cách dựng hình tam giác được trình bày ở hình 83.

Để xác định tầm nhìn thông suốt của điểm B từ điểm đo ngấm A vạch trên bản đồ giữa chúng một đường thẳng và đánh dấu trên đó điểm C nằm trên sống núi, điểm này lượng bằng mắt có thể cản trở việc đo ngấm. Bây giờ ta xác định độ cao của cả ba điểm. Chẳng hạn, ta có $H_B=110m$, $H_C=125m$ và $H_A=150m$. Ta đặt số không tại điểm có ghi chú độ cao nhỏ nhất, còn tại các điểm khác thì viết chênh cao của chúng đối với điểm số không. Điểm C nhận được cao hơn điểm A 15m còn điểm C thì cao hơn 40m. Ta hạ các đường vuông góc từ các điểm A và C và trên đó theo tỉ lệ qui ước ta đo chênh cao từ điểm C-1,5 và từ A-40mm.

Bây giờ ta vạch qua các điểm đặt một đường thẳng (tia ngắm). Nếu đường thẳng này cắt đoạn AB, như đã chỉ ở h.83, thì điểm trung gian không ngăn cản nhìn thấy điểm B đã cho. Còn nếu sự giao cắt xảy ra trên đoạn thẳng kéo dài thì không có tầm nhìn thông suốt. Trường hợp trung gian là địa vật (rừng, tòa nhà), cần thêm độ cao của nó và ghi chú độ cao của vị trí mà địa vật đó đứng.

• **RANH GIỚI VÙNG NGẬP LỤT LAN ĐẾN ĐÂU?**



Hình 84: Khoanh vùng ngập lụt.

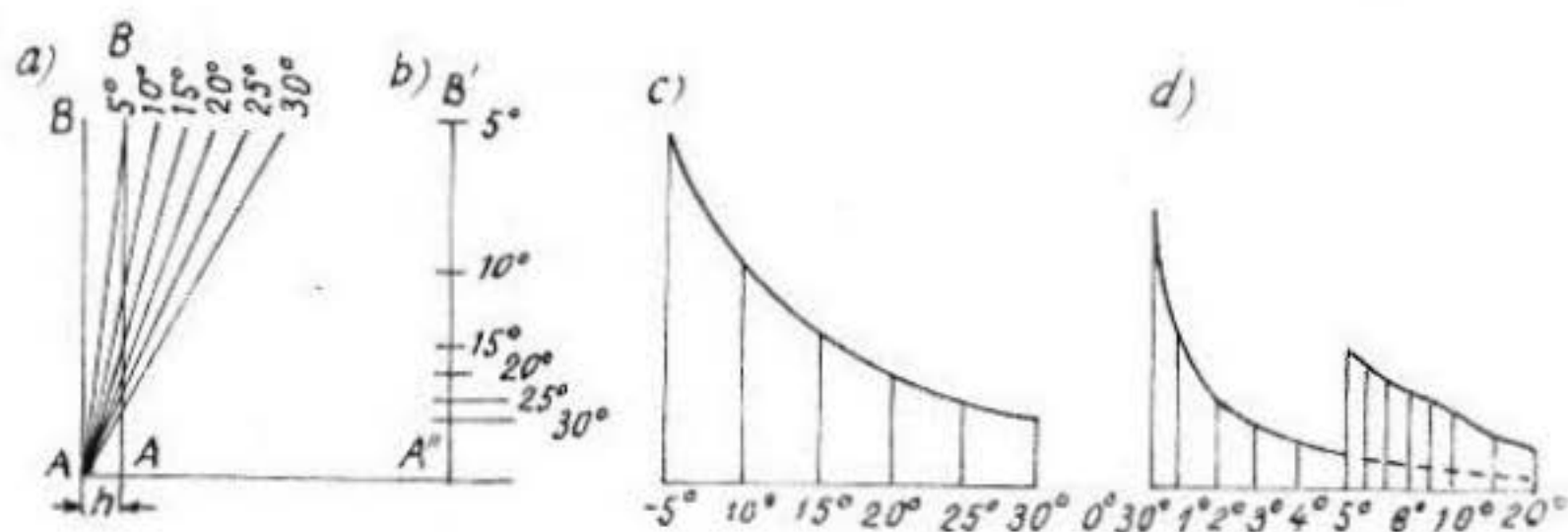
Các nhà khảo sát dự kiến lấp sông Xogior bằng một cái đập cao tại điểm A 13m so với mực nước (h.84). Do đập ngăn mà mực nước sông dâng cao, tạo ra vùng ngập lụt và làm xuất hiện một hồ nước nhân tạo. Trước các chuyên gia thiết kế công trình đập nước trước hết đặt ra vấn đề ranh giới vùng ngập lụt lan đến đâu và diện tích hồ chứa nước mới hình thành sẽ là bao nhiêu.

Việc giải bài toán bắt đầu từ việc vẽ trên bản đồ đường chu vi của cái đập tương lai. Hướng của nó sẽ đi qua điểm dự kiến A vuông góc với hướng tổng quát của dòng sông, còn đầu và cuối của đập (các điểm B và C) có thể đánh dấu trên bản đồ, khi biết độ cao tuyệt đối của chúng. Đồng thời cần chú ý rằng, đập về phía trên có vị trí nằm ngang và do đó độ cao tuyệt đối của tất cả các điểm trên đó, trong đó cả các điểm A, B và C sẽ bằng nhau. Ghi chú độ cao của chúng so với mực nước biển được xác định như tổng độ cao tuyệt đối tại điểm A và độ cao tương đối của đập. Ở thí dụ của ta nó sẽ bằng 38m (25+13). Có nghĩa là, điểm đầu và điểm cuối của đập sẽ ở giữa các đường bình độ 35 và 40. Giả thiết mực nước cao nhất có thể thấp hơn mực nước của đập là 1m, độ cao ngấn nước của hồ chứa nước sẽ bằng 37m. Ta vạch trên bản đồ từ chu vi của đập một đường bình độ phụ tương ứng với ghi chú độ cao 37m. Nó sẽ đi qua giữa các đường bình độ 35 và 40, gần hơn về phía đường bình độ 35. Đường bình độ này cũng sẽ là đường bờ của hồ chứa nước. Đo bằng một trong các phương pháp đã giới thiệu ở trên diện tích khoanh bởi đường bình độ đã vạch và chu vi của đập, ta sẽ được trị số bằng $0,72\text{km}^2$.

- **XÁC ĐỊNH TỈ SUẤT CONG CỦA ĐỐC NHƯ THẾ NÀO?**

Khoảng cách giữa các đường bình độ được gọi là sườn chỉ tỉ suất cong của dốc. Các đường bình độ càng sát nhau trên bản đồ, dốc càng dựng đứng, khoảng cách giữa hai đường bình độ kế nhau càng lớn, dốc càng thoải. Ta hãy

nghiên cứu những phương pháp cơ bản xác định tỉ suất cong của dốc. Theo **thang độ sườn**. Từ cạnh thẳng đứng AB tại điểm A ta vạch các góc 5° (h.85,a). Trên khoảng cách bằng với độ cao mặt cắt địa hình h theo tỉ lệ bản đồ ta kẻ đường thẳng A'B' song song với AB. Các đoạn trên đường này từ điểm A' đến đến các giao điểm của nó với các đường nghiêng sẽ bằng cự li sườn tương ứng. Bây giờ ta chiếu hình các giao điểm của đoạn thẳng A'B' với đoạn A''B'' (h.85,b). Ta đánh dấu chúng bằng những nét vạch và ghi chú góc nghiêng của các đoạn. Ta có thước đo dài các sườn. Có thể trình bày nó cả dưới dạng đường cong (h.85,c). Ở đây dọc đáy ngang của thước có ghi các chữ số chỉ tỉ suất cong của dốc tính bằng độ. Trên các đường vuông góc xuống đáy đặt các sườn tương ứng với chúng và nối các đầu của chúng lại với nhau bằng một đường cong liên tục.



Hình 85: Dụng thang đo cạnh sườn (a, b,c) và thang chuẩn dùng cho bản đồ địa hình.

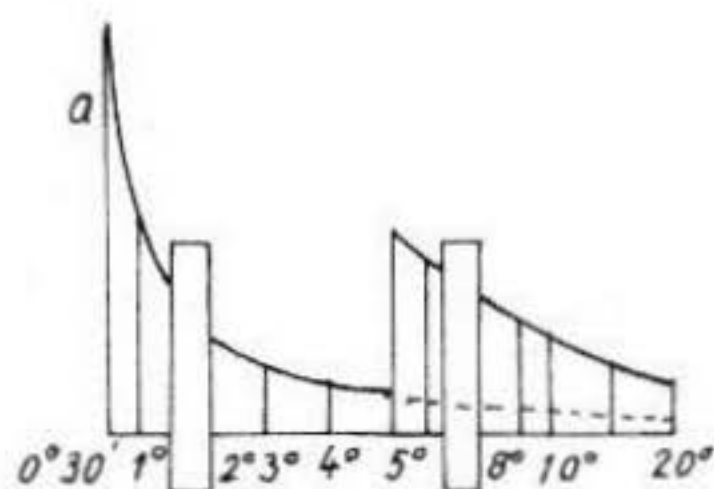
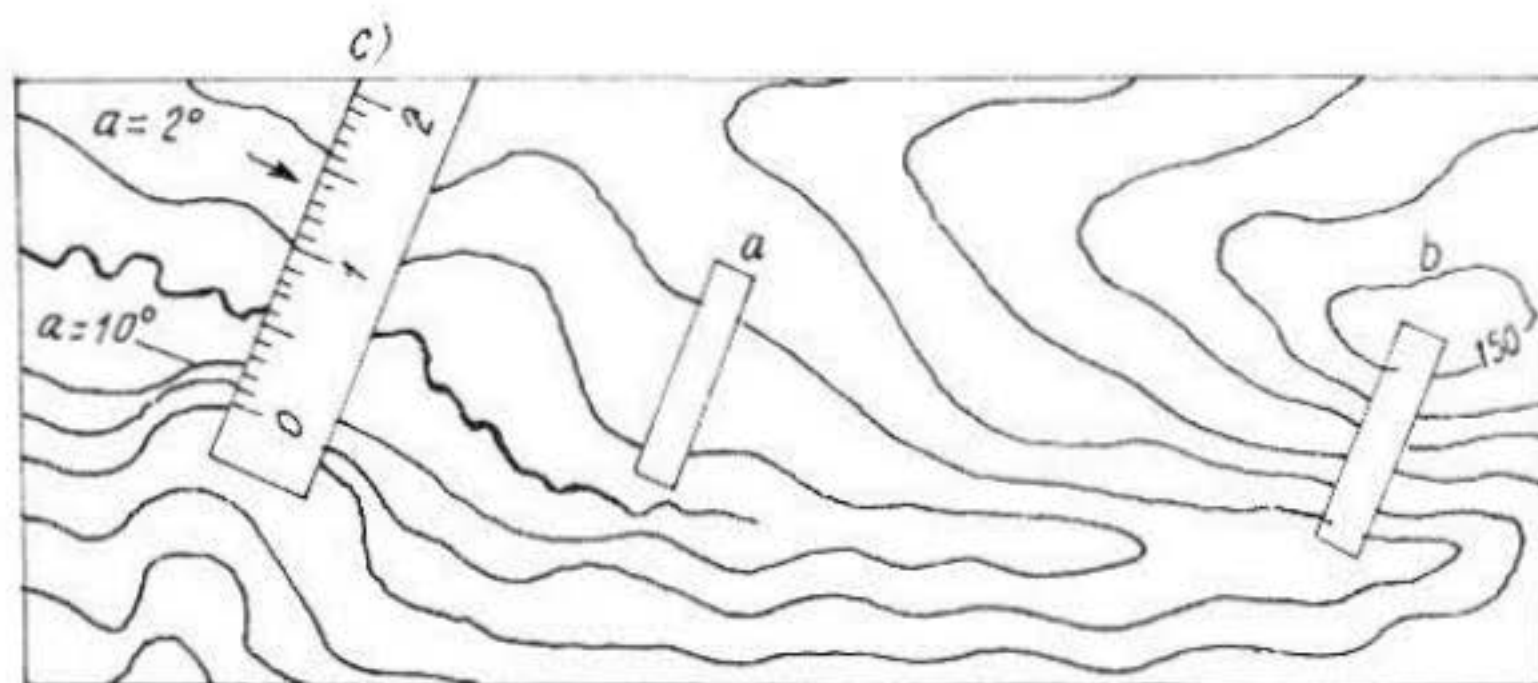
Trên bản đồ, thước chia đường sườn trình bày dưới dạng đồ thị thuộc hình 85 d. Ở đây có hai đường cong dựng cho hai độ cao mặt cắt: đáy và lớn hơn đáy 5 lần. Theo đường cong bên trái mà xác định tỉ suất cong của dốc cho các đường sườn giữa hai đường bình độ kề nhau, theo đường cong phải thì cho các đường sườn giữa các đường bình độ đậm.

Muốn xác định tỉ suất cong của dốc, cần đánh dấu trên băng giấy hoặc dùng compa ghi nhận khoảng cách giữa hai đường bình độ kề nhau và đặt khoảng cách đó vào đường cong trái như trình bày ở h.68,a. Số đọc phía trước theo thước cho biết tỉ suất cong của dốc tính bằng độ.

Nếu các đường bình độ nằm sát nhau khó lấy khoảng cách giữa chúng thì tiện nhất là dùng đường cong phải (h.68,b). Trường hợp này cần lấy khoảng cách giữa các đường bình độ đậm.

Dùng thước hoặc lượng bằng mắt. Trên các bản đồ địa hình của Liên Xô độ cao chuẩn của mặt cắt đối với tỉ lệ được xác nhận là đường sườn 1cm ứng với tỉ suất cong chừng 1° . Giữa đường sườn (khoảng cách giữa hai đường bình độ kề nhau) và tỉ suất cong của dốc tồn tại một tỉ lệ nghịch. Do đó có thể nói rằng đường sườn nhỏ hơn (hoặc lớn hơn) một centimet bao nhiêu lần. Từ đó rút ra rằng, đường sườn 1mm ứng với tỉ suất cong của dốc lớn hơn (hoặc nhỏ hơn) độ dốc bấy nhiêu lần. Từ đó rút ra rằng, đường sườn 1mm ứng với tỉ suất cong của dốc là 10° , đường sườn 2mm ứng với 5° , đường sườn 5mm ứng với 2° , v.v. (h.86,c), quy tắc này cho phép xác định tỉ suất

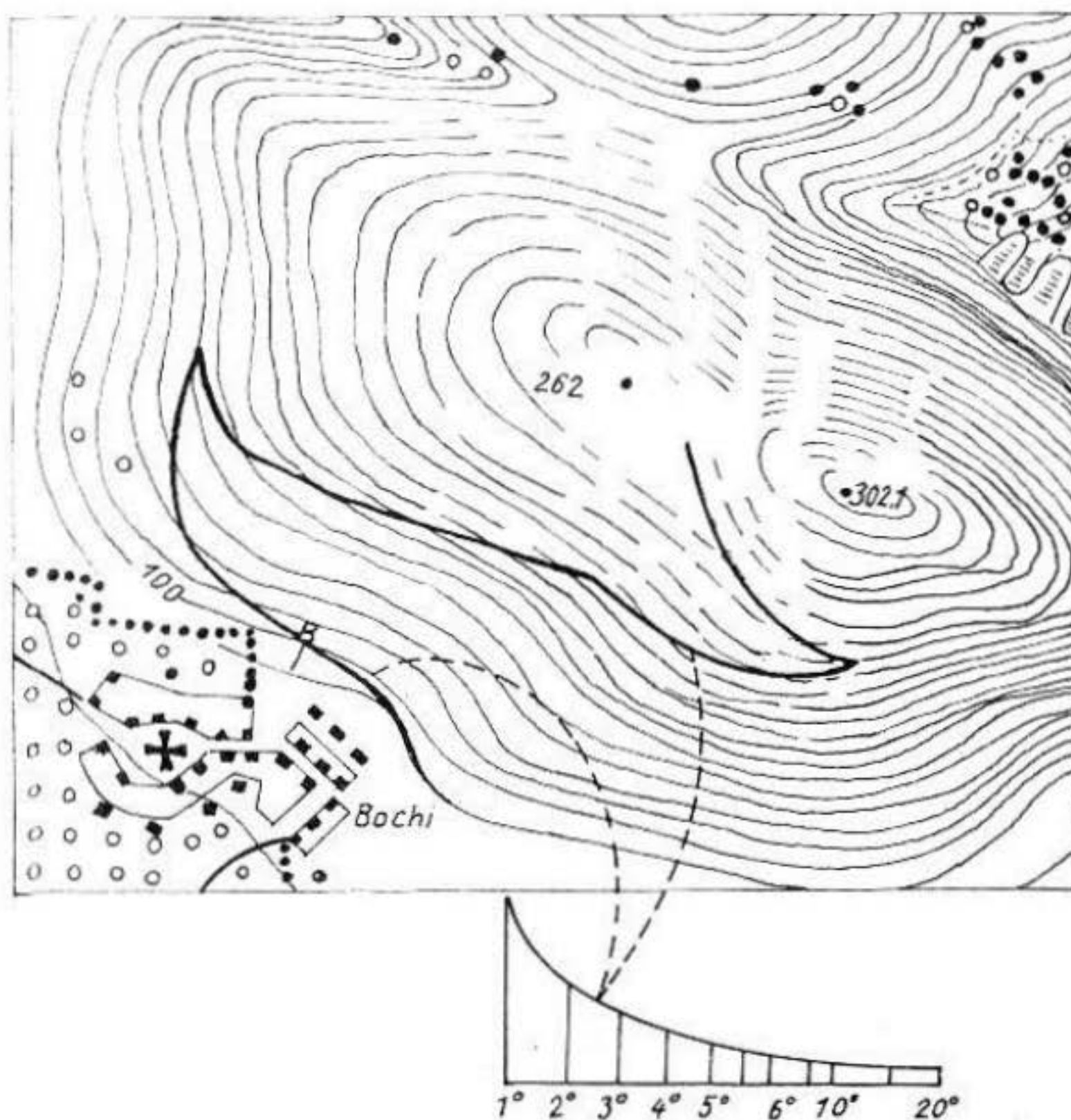
cong của dốc theo thước kẻ ly (thước có vạch chia milimet) cũng như lượng bằng mắt.



Hình 86: Xác định tỉ suất cong của dốc (độ dốc) a, b – Theo thang đo cạnh sườn: c – theo thước.

• CON ĐƯỜNG SẼ ĐI QUA NHỮNG ĐÂU?

Bạn hãy thử coi mình là một nhà thiết kế đường ô tô. Trước mặt bạn là một tấm bản đồ mà một phần bản đồ đó được trình bày ở h.87 Phải chọn tuyến đường trong khu vực từ làng Borki đến đèo nằm giữa độ cao với ghi chú 262,2 và độ cao với ghi chú 302,1. Góc nghiêng của đường không được vượt quá 2° .



Hình 87: Triển các đường cùng cấp nghiêng

Ta lấy theo thước đo cạnh sườn một độ mở compa ứng với 2° . Với độ mở này, ta vạch được một cung từ điểm khởi đầu A đến giao cắt với đường bình độ thứ hai tại điểm B. Sau đó từ điểm B, cũng với bán kính ấy ta vạch một cung tới giao cắt với đường bình độ thứ ba và tiếp tục như vậy cho đến khi bán kính tiếp xúc với đường bình độ tại điểm cuối cùng của tuyến đường. Rõ ràng cần đặt

bán kính theo các hướng khác nhau, nếu không như vậy con đường tương lai của chúng ta sẽ lệch đích. Các giao điểm thu được của bán kính với đường bình độ ta nối lại bằng một đường cong với độ uốn lượn điều hoà. Đường này trên toàn bộ độ dài sẽ có cấp nâng 2^0 .

Những người xây dựng đường xá rất thường gặp những bài toán tương tự. Họ thường biểu thị trị số độ nghiêng của bề mặt thực địa là cấp nghiêng.

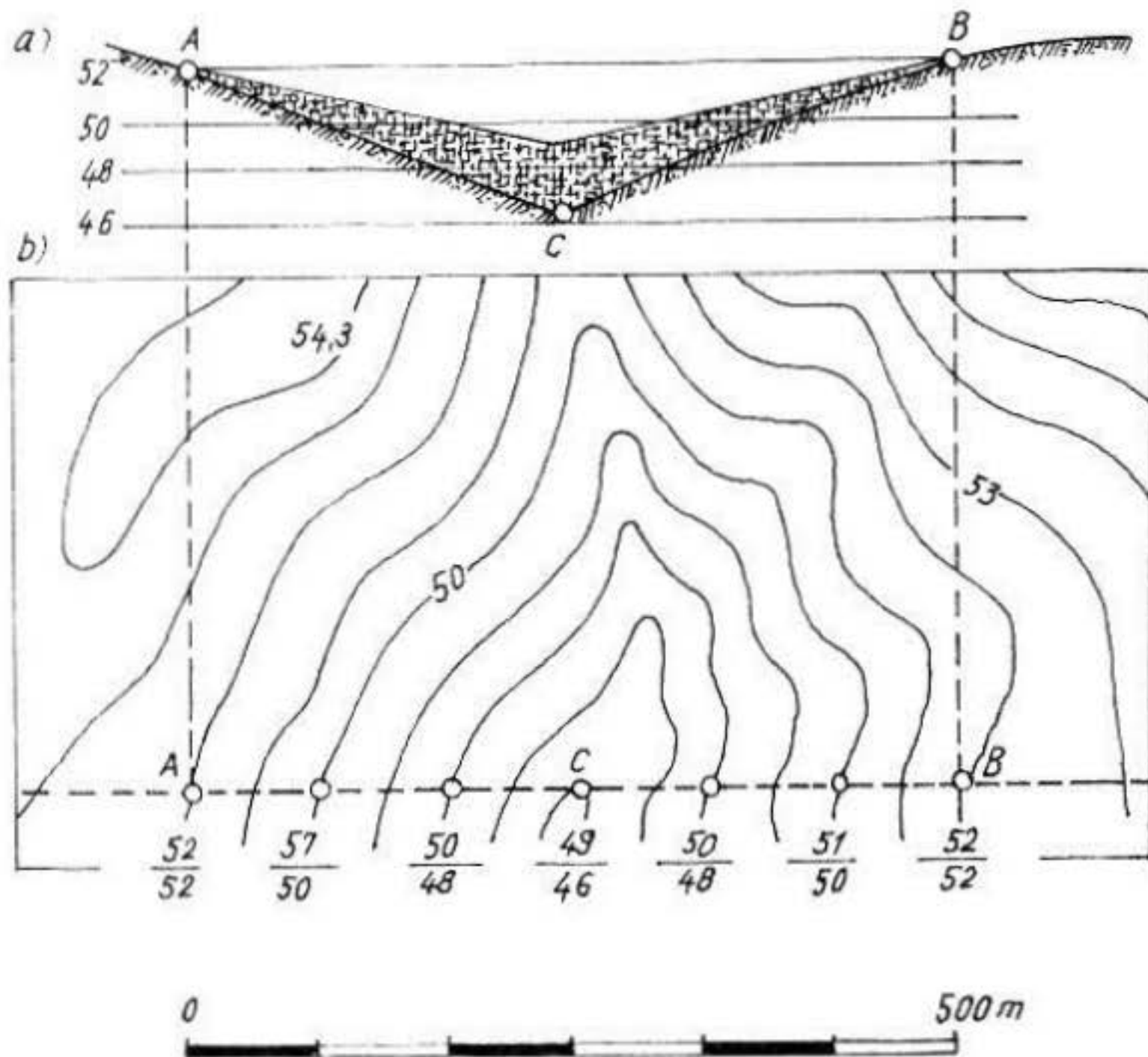
Cấp nghiêng của đường được biểu thị bằng số thập phân đến phần nghìn. Thí dụ, cấp nghiêng bằng 26 có nghĩa là cứ 1000m khoảng cách thực địa nâng lên hoặc hạ xuống 26m. Dùng kí hiệu bằng chữ có thể biểu thị cấp nghiêng của con đường đó bằng tỉ lệ $\frac{1000 h}{d}$, trong đó d là khoảng cách, còn h là chênh cao giữa điểm cuối của khoảng cách so với điểm đầu. Cả hai trị số này, như các bạn đã biết, có thể dễ dàng xác định theo bản đồ đối với bất kì tuyến đường nào.

• TÍNH KHỐI LƯỢNG ĐẤT ĐÀO ĐẮP NHƯ THẾ NÀO?

Xây dựng sân bay và bến đỗ, kiến trúc các toà nhà đồ sộ, đặt đường sắt, đường bộ, đào kênh v.v.. Đó là một chuỗi dài những công việc to lớn mà người ta không thể bắt tay vào thi công nếu không tính toán được sơ bộ khối lượng đất đào đắp. Chỉ có thể tính toán có hiệu quả khi sử dụng bản đồ.

Thường đối với mục đích này, người ta tiến hành đo vẽ tỉ lệ lớn chuyên dùng các bình đồ có mô tả chi tiết địa

hình mặt đất. Địa hình trên bình đồ được biểu thị bằng phương pháp giống như trên bản đồ - tức bằng đường bình độ, nhưng mật cắt lấy bằng 1m, đôi khi nửa mét.



Hình 88: Xác định độ cao đất bởi"
a- mặt cắt; b- bản đồ

Trên hình 88 trình bày một phần bản đồ tỉ lệ 1: 10 000 với mặt cắt hình 1m. Đường chấm chấm chỉ tuyến đường sắt được thiết kế đi qua thung lũng. Rõ ràng rằng, ở đây nền đường phải đi qua đôi gò. Trước hết, ta thử xác định chiều dài và độ cao của nó.

Đối với mỗi loại đường, người ta thừa nhận một trị số cấp nghiêng dọc cho phép. Giả sử, hạn sai được phép về cấp nghiêng là 10 phần nghìn, có nghĩa là cứ mỗi 100m đường có thể hạ thấp hoặc nâng cao 1m. Trên bản đồ tỉ lệ 1: 10 000, 1 cm ứng với 100m. Ta xác định theo tuyến đường đã vạch đoạn mà khoảng cách giữa các đường bình độ sẽ nhỏ hơn 1cm. Đoạn này chạy dọc tuyến AD dài 600 m. Ta chia nó ra làm 6 phần và đối với mỗi điểm chia xác định luôn độ cao tuyệt đối. Ta viết chúng dưới vạch ngang, tức dưới dạng mẫu số của phân số, còn tử số thì ghi độ cao của đỉnh gò. Chúng được xác định từ điều kiện là mỗi khoảng centimet đặt ứng với xuống thấp hoặc lên cao 1m. Hiệu độ cao thực và độ cao theo thiết kế cho ta độ cao gò tại mỗi điểm. Trong thí dụ của ta, độ chênh tối đa sẽ là ở bên dưới thung lũng tại điểm C. Trị số của nó bằng 3m, còn trung bình độ cao gò sẽ bằng 1,5m.

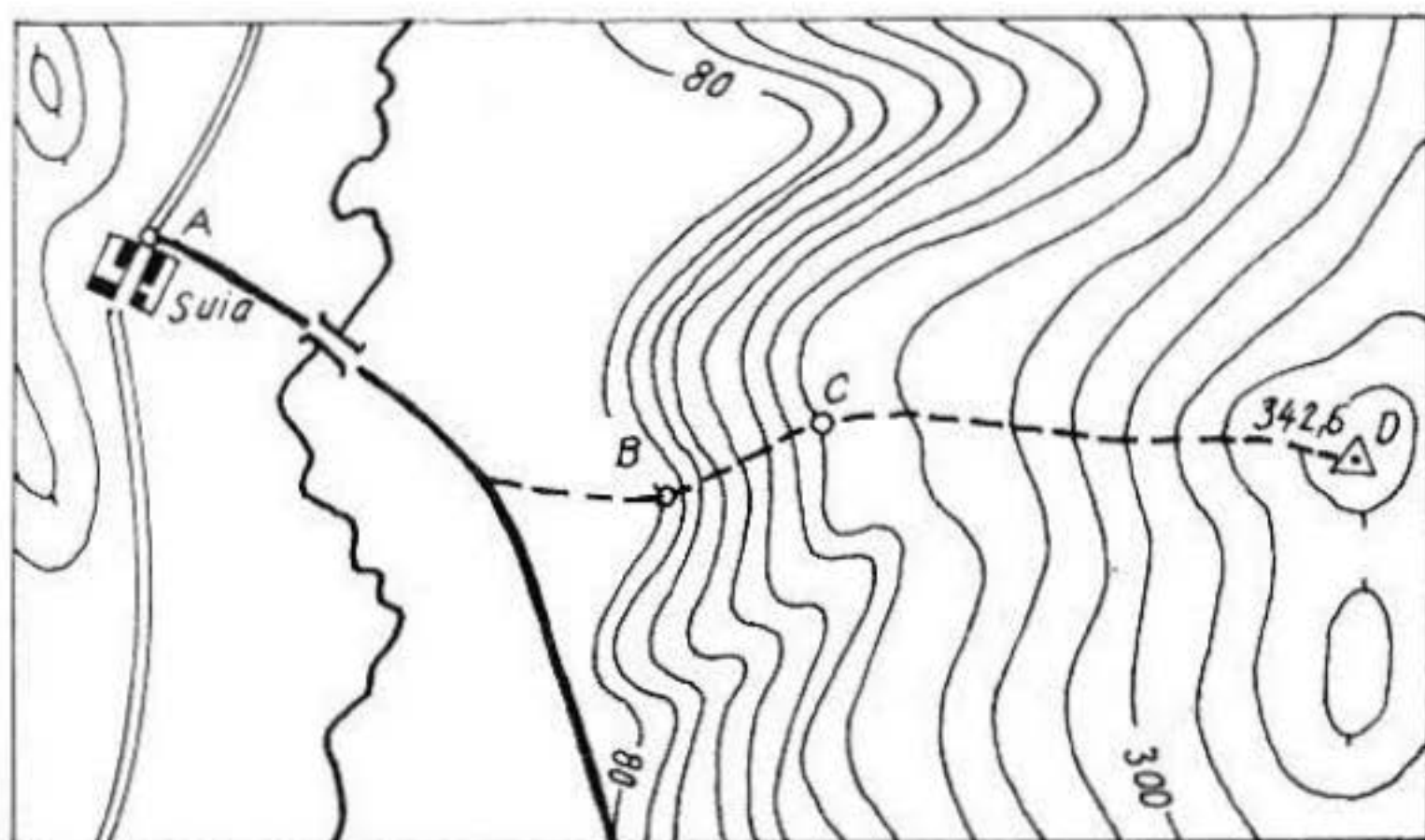
Nếu chấp nhận nền đường tôn cao với bề rộng đóng cọc là 7m, thì khối lượng đào đắp trung bình sẽ bằng 6300 m³ (600 x 7 x 1,5). Và đó chỉ là một gò đất không cao lắm đối với công trình.

• CÓ THỂ CHUYỂN DỜI TRONG BAO LÂU?

Nếu biết khoảng cách S giữa hai điểm bất kỳ và vận tốc v; thì thời gian t cần để chuyển dời từ điểm này sang điểm khác có thể dễ dàng xác định theo công thức đã biết

$$t = \frac{S}{v}$$

Vận tốc là một đại lượng thay đổi phụ thuộc trước hết vào điều kiện thực địa. Địa hình có ảnh hưởng đặc biệt đến vận tốc. Nếu dốc cao vận tốc sẽ giảm nhiều so với địa hình bằng phẳng. Cho rằng, vận tốc trung bình của người đi bộ trên vùng bằng phẳng là 5 km/giờ, thì khi lên dốc $2 - 6^{\circ}$ có thể vận tốc giảm còn từ 4 đến 3 km/giờ, và khi leo lên dốc $7 - 10^{\circ}$ vận tốc giảm xuống đến 2 km/giờ. Lấy các số liệu này làm điều kiện của bài toán, bạn hãy tính thời gian cần để chuyển dời từ điểm dân cư Suia đến điểm trắc địa có độ cao 342,6 (h.89).



Hình 89: Xác định thời gian chuyển động theo tuyến đường có tính đến tỉ suất cong của dốc.

Thoạt đầu, bạn hẳn có sự hoài nghi rằng, dữ kiện khởi tính thiếu. Trên thực tế, để giải bài toán chúng ta cần biết khoảng cách, còn bản đồ trình bày trên hình vẽ, không có tỉ lệ. Sau đó chúng ta cần xác định độ dốc, nhưng lại

không có thước đo cạnh sườn. Làm thế nào để khắc phục tình trạng khó khăn này?

Có cách giải quyết và các số liệu để giải bài toán là hoàn toàn đầy đủ. Hãy chú ý đến các ghi chú độ cao. Căn cứ vào chúng có thể dễ dàng xác định độ cao mặt cắt địa hình. Trong trường hợp này được biết là các đường bình độ liên tục được vạch qua $20\text{m} \frac{(380 - 80)}{11}$. Địa hình ở đây

gồ ghề, có nghĩa là mặt cắt của nó chuẩn, mà với mặt cắt chuẩn 20 m thì bản đồ địa hình được biên soạn theo tỉ lệ 1: 100 000 (1cm ứng với 1 km). Còn đối với đại lượng thứ hai là độ dốc thì như mọi người đều biết, nó có thể xác định không chỉ theo thước đo cạnh sườn mà có thể lượng bằng mắt hoặc dùng thước dài.

Đoạn đường của chúng ta có độ dài chung là 9,2 km, đầu tiên đi trên địa hình bằng phẳng, sau đó từ điểm B có chiều hướng đi lên. Ở đây độ dốc tại đoạn BC sẽ bằng 7° còn tại đoạn CD là 3° . Có nghĩa là vận tốc trung bình tương ứng: đối với đoạn thứ nhất 5 km/giờ, đối với đoạn thứ hai 2 km/giờ và đối với đoạn thứ ba 3,5 km/giờ. Khoảng cách theo các đoạn tương ứng bằng: AB - 4,1 km, BC - 1,2 km và CD - 3,9 km. Dùng các dữ liệu này, ta tính được tổng thời gian cần để đi từ điểm A đến điểm B.

$$t = \frac{4,1}{5} + \frac{1,2}{2} + \frac{3,9}{3,5} = 2,5 \text{ giờ}$$

Để so sánh, bạn xác định thời gian chuyển dời với điều kiện là toàn bộ đoạn đường đi đều bằng phẳng. Trường

hợp này để di chuyển cần phải mất 1,8 giờ (9,2 km: 5km/giờ).

• CHỈ VỊ TRÍ CỦA ĐỐI TƯỢNG NHƯ THẾ NÀO?

Những chiến sĩ tình báo đã hoàn thành nhiệm vụ chiến đấu sau khi lọt vào hậu phương địch, họ đã phát hiện và đưa vào bản đồ các điểm chốt hỏa lực của địch. Mọi tin tức quý giá đó về các đối tượng tình báo, các chiến sĩ tình báo cần phải báo cáo càng sớm càng tốt cho chỉ huy của mình. Chẳng hạn phải báo cáo về tính chất của bản thân đối tượng như: "Đã phát hiện tiểu đoàn pháo binh". Còn phải báo cáo xem tiểu đoàn này ở đâu? Có thể chỉ vị trí của nó theo các phía của đường chân trời và theo khoảng cách đối với địa vật lớn gần nhất như". Thiên về phía bắc điểm dân cư Ivanôpca 3 km". Nhưng phương pháp này không hoàn toàn chính xác và không phải lúc nào cũng nhận tin qua radiô để có thể nhanh chóng tìm ra trên bản đồ Ivanôpca, tức đối tượng từ đó lần ra mục tiêu. Thuận tiện hơn nên chỉ điểm theo ô vuông của lưới kilômet.

Tên gọi của bất kỳ ô vuông nào đều đánh bằng số ở góc tây nam của nó. Trong đó, đầu tiên chỉ con số kilômet của đường nằm ngang bên dưới (phía nam), sau đó là số chỉ đường thẳng đứng bên trái (phía tây) của ô vuông. Trên h.90 trình bày một phần bản đồ có đưa vào ký hiệu về tiểu đoàn pháo binh. Trong trường hợp này có thể nói rằng, tiểu đoàn pháo binh nằm trong ô vuông 1262. Để chính xác hoá vị trí đối tượng trong chính ô vuông, người ta áp dụng phương pháp "con sên". Ô vuông được chia

tượng tượng thành 9 phần, mỗi phần đánh dấu bằng chữ số theo chiều kim đồng hồ như trình bày ở hình vẽ. Những chữ số này được ghi qua gạch ngang tiếp vào tên gọi ô vuông. Thí dụ: ô vuông 1262-5, tiểu đoàn pháo binh. Và cuối cùng, phương pháp chỉ điểm chính

19					
			1	2	3
			8	9	4
5	2		7	6	5
	43	61	62		63

Hình 90 : Chỉ các đối tượng trên bản đồ : làng DDuboopca (1361); bãi pháo (1262-5)

xác nhất là căn cứ vào tọa độ vuông góc mà chúng ta đã có dịp làm quen ở chương trước. Tiểu đoàn pháo binh chỉ trên bản đồ sẽ có tọa độ sau đây:

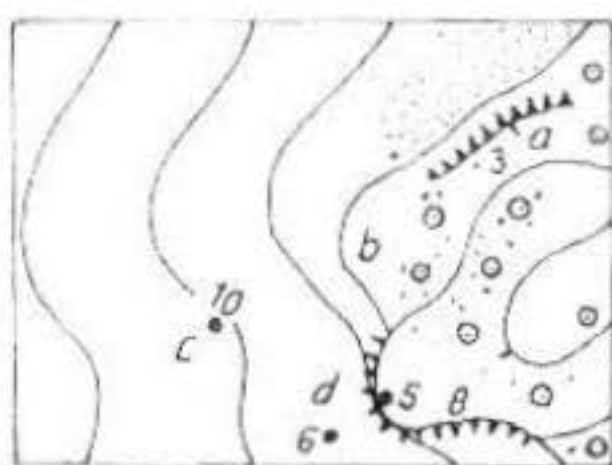
$$x = 5 \ 112 \ 200;$$

$$y = 4 \ 762 \ 900,$$

Bất kỳ phương pháp nào đều giúp cho người chỉ huy nhanh chóng tìm thấy trên bản đồ vị trí của mục tiêu.

• ĐỔ BỘ Ở ĐÂU TỐT HƠN ?

Vị chỉ huy quyết định cho quân đổ bộ. Ông nghiên cứu tỉ mỉ khu vực ở biển, nơi các phân đội sẽ đổ bộ. Trước hết, ông quan tâm đến các yếu tố thực địa như địa hình, đất đai thực vật và đường sá. Bản đồ cung cấp về tất cả những cái đó khá chi tiết. Nhưng yếu tố ảnh hưởng không kém phần quan trọng là điều kiện khu vực ven biển và trước hết là tính chất của bờ và đáy biển. Và ở đây bản đồ có thể tiếp tay cho những người chỉ huy. Nó cung cấp những tin tức khá đầy đủ về tính chất của đáy biển và bờ biển.



Hình 91: Ở đâu đổ bộ
tốt hơn.

Trên bản đồ bằng các kí hiệu đặc biệt thể hiện được doi cát và bờ cát, đá ngầm, tảng đá, v.v. Đặc biệt chú ý là biểu thị bờ dựng đứng và địa hình đáy biển (h.91). Nếu những răng lược của dốc dựng đứng được biểu thị trực tiếp trên đường bờ biển và bằng màu xanh da trời, có nghĩa là

bờ biển có hình thể dựng đứng ngay ven biển, và ở đây không thể đổ bộ. Còn nếu kí hiệu trình bày cả địa hình đáy biển, chỉ có đường độ sâu như nhau (đẳng thâm) biểu thị bằng màu xanh da trời.

Đề nghị bạn đọc làm như một bài tập luyện cá nhân đánh giá khu vực bờ biển trình bày ở hình 91 và xác định vị trí thuận tiện nhất cho việc đổ bộ lên bờ.

• LÀM THẾ NÀO PHÁT HIỆN MỤC TIÊU KHÔNG NHÌN THẤY ?

_ Ngày mai sẽ có bài về buộc pháo _ Viên chỉ huy tuyên bố khi kiểm tra buổi chiều.

Sáng hôm sau, các em bé quyết định trêu anh lính trẻ về đến phân đội không lâu.

_ Này chú Pêtrôp, chú có nghe thấy bác chỉ huy nói gì hôm qua không? Chú hãy lấy dây thừng buộc khẩu pháo lại.

Pêtrôp gắng làm xong nhiệm vụ, đã buộc chặt khẩu pháo vào gốc cây gần nhất và điều đó gây ra tiếng cười đùa vui vẻ của đồng đội.

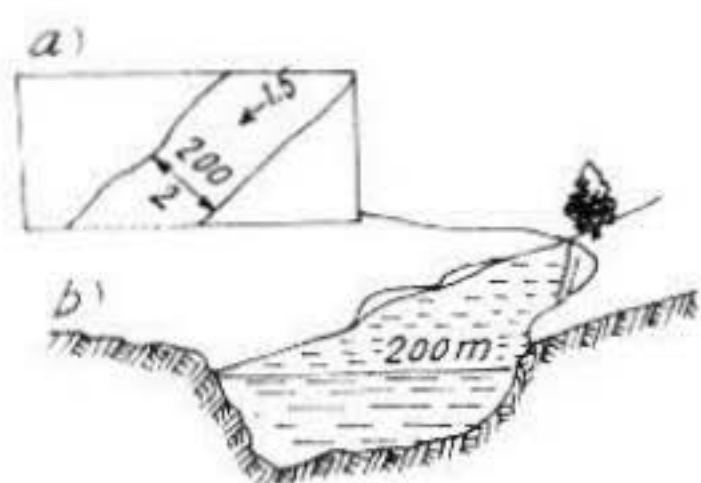
Đương nhiên, thuật ngữ " buộc pháo" không thể hiểu theo nghĩa đen được. Đó là lối diễn đạt nghề nghiệp, có nghĩa là xác định vị trí của hỏa điểm trên bản đồ. Thường người ta xác định nó, hoặc như người ta nói: " buộc" nó vào vật định hướng hoặc địa vật gần nhất của bản đồ. Và nếu biết trên bản đồ vị trí của hỏa điểm và mục tiêu, thì đủ để nối hai điểm này lại và có thể xác định nhanh chóng các số liệu khởi tính để bắn: tầm xa và góc kẹp giữa vật định hướng bất kỳ nhìn thấy từ vị trí và hướng đến mục tiêu.

• SÔNG CÓ BAO NHIÊU NƯỚC ?

Có thể dựa vào bản đồ để biết được một con sông nào đó chảy trong một giây, một phút, một giờ được bao nhiêu mét khối nước hay không?

Muốn trả lời câu hỏi này, chúng ta hãy làm sáng tỏ thêm, xem đối với tính toán của chúng ta cần những số liệu nào. Trước hết, cần biết vận tốc trung bình mà các phần tử nước chuyển động trong dòng sông. Các nhà địa hình rất nhạy bén và cho biết rằng, các chuyên gia có thể có yêu cầu về vận tốc cho các tính toán khác nhau, họ xác định nó trong lúc đo vẽ. Vận tốc dòng chảy được biểu thị bằng số mét trong một giây và được ghi chú trên bản đồ tại chỗ cách quãng của mũi tên chỉ hướng dòng chảy. Nhưng để xác định lưu lượng nước thì điều đó không đủ.

Cần phải biết thêm diện tích và tiết diện ngang của dòng nước hoặc thường gọi là tiết diện sống của dòng sông. Muốn xác định đại lượng này, ta dùng những số liệu khác, số liệu này cũng được các nhà địa hình xác định khi đo vẽ bản đồ. Những số liệu đó là bề rộng và bề sâu của dòng sông tới mép nước. Ghi chú của chúng cho trên bản đồ dưới dạng phân số, mà tử số chỉ chiều rộng và mẫu số là độ sâu tính bằng mét.



Hình 92: Các đặc trưng bằng số của dòng sông
a) trên bản đồ; b) trên thực tế.

Trên hình 92 bày một đoạn sông với tất cả các chữ số cần thiết thường được ghi chú trên bản đồ. Có các số liệu này ta thử tính lưu lượng nước trong một đơn vị thời gian.

Trước hết, ta hãy xác định tiết diện sống của dòng sông. Nếu tiết diện của sông được coi là vuông góc, thì

để tính diện tích tiết diện sống chỉ nhân chiều rộng với chiều sâu là đủ. Nhưng chúng ta đều biết rằng, mọi con sông thông thường đều có sự tăng dần về độ sâu. Để tính toán gần đúng có thể coi độ sâu chỉ trên bản đồ không trải suốt khu vực mặt cắt ngang, mà chỉ trải một nửa khu vực đó thôi. Như vậy, tiết diện sông có dạng không phải là hình chữ nhật mà là một hình thang với đáy là 200 và 100 m và chiều cao là 1,2 m.

Diện tích tiết diện bằng nửa tổng hai đáy nhân với chiều cao ($159 \times 1,2 = 180 \text{ m}^2$).

Một khối lượng nước như vậy sẽ cuốn đi mỗi giây nếu như vận tốc dòng chảy bằng 1 m/s . Có nghĩa là mỗi giây cuốn đi 270 m^3 ($180 \times 1,5$). Các nhà tính toán chỉ ra rằng thậm chí ở một dòng tương đối nông và hẹp, lưu lượng nước mỗi ngày đêm cũng rất lớn. Đối với kỹ sư thiết kế trạm thủy điện, những tính toán như vậy là cực kì cần thiết. Anh ta có thể lần theo bản đồ mà nhắm ngay ra diện năng của bất kì dòng sông nào là bao nhiêu kilôoát.

• CẦN PHẢI VƯỢT SÔNG DƯỚI GÓC ĐỘ NÀO?

Trên hồ yên tĩnh thú vị biết bao! Thuyền định bơi đến đâu là đúng chỗ đó. Cắm sào thuyền đứng lại chỗ. Trên sông thì không được như vậy. Ở đây thuyền sẽ trôi theo dòng chảy và muốn tới bờ bên kia cập ở một điểm định trước thì luôn luôn phải khảm thuyền cao hơn điểm đó.

Chẳng hạn, chúng ta muốn vượt sông trình bày ở hình 93 và cập bến đúng đối diện với điểm xuất phát. Ta thử xác định góc mà với góc đó cần hướng thuyền ngược với dòng chảy.

Để giải quyết bài toán này cần biết tốc độ mà thuyền sẽ bơi. Những số liệu khác như bề rộng của sông và tốc độ nước chảy được ghi chú trên bản đồ bằng: bề rộng $\sim 200 \text{ m}$, tốc độ dòng chảy $\sim 1,5 \text{ m/s}$. Giả thuyết thuyền bơi với tốc độ $3,6 \text{ km/giờ}$, tương ứng với 1 m/s . Trong trường hợp như vậy, thuyền vượt dòng sông sau 200 giây. Nhưng cũng trong thời gian ấy dòng chảy kéo thuyền đi 300 m

(200 m x 1,5 m/s). Có nghĩa là, muốn thuyền cập bến tại điểm đối diện với điểm ban đầu cần phải lái nó dưới góc mà tang của góc đó bằng $1,5 \left(300 : 200 \right)$. Tương ứng trị số góc giữa trục thuyền và đường bờ sông sẽ bằng 56° .

• CÒ BAO NHIÊU MÉT KHỐI GỖ TRONG RỪNG?

Các bản đồ địa hình có nội dung hết sức phong phú; nhờ chúng mà ta có thể biểu diễn khá tường tận về thực địa. Nếu có một đặc điểm nào đó của thực địa mà các nhà địa hình không thể hiện bằng ký hiệu tượng trưng, thì họ tìm đến chữ số là phương tiện bổ xung cho ký hiệu, giúp cho ký hiệu có sắc thái riêng. Có thể lấy ký hiệu về rừng làm ví dụ. Ở mỗi giải rừng lớn, người ta dùng ký hiệu để chỉ loại rừng, chiều cao và đường kính của cây và khoảng cách giữa chúng. Chẳng hạn như là gần bên ký hiệu chỉ loại rừng có chữ số $\frac{20}{0,30}$ 5. Điều đó có nghĩa là chiều cao các cây là 20 mét, đường kính ở tầm cao ngang ngực là 0,30 m và khoảng cách giữa các cây là 5m. Tất nhiên các số liệu này đều là lấy trung bình, dù sao cũng có thể căn cứ vào đó mà tính toán thiết kế một cách chính xác.

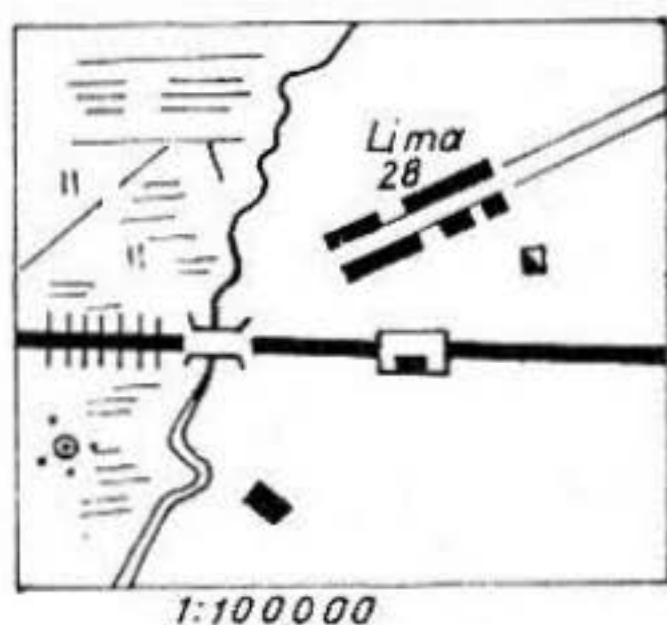
Giả thiết rằng, thân của mỗi cây có dạng hình nón, đáy của nó là đường tròn có bán kính 0,30 m, còn chiều cao bằng 20 m. Những số liệu này hoàn toàn đủ để tính số lượng gỗ theo công thức tính thể tích hình nón đã biết"

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 20 = 0,47 \text{ m}^3$$

Kết quả ta xác định được rằng trong một cây có $0,47 \text{ m}^3$ gỗ. Còn muốn biết xem có bao nhiêu mét khối rừng trong một ha, trước hết cần xác định tổng số cây mọc trên diện tích ấy. Hecta là diện tích của một hình vuông mỗi cạnh 100 m. Trong thí dụ của ta, cây mọc cách nhau 5 m. Có nghĩa là cứ 100 m có 20 cây mọc, và trên một diện tích 100×100 thì phải có 400 cây. Và bây giờ việc tính tổng khối lượng gỗ trong một hecta rừng không phải là một việc gì khó khăn nữa. Để làm việc đó người ta đem nhân khối lượng một cây với tổng số cây mọc trên diện tích ấy.

• TÍNH BỀ RỘNG DÒNG SUỐI NHƯ THẾ NÀO?

Có thể dựa vào bản đồ để tính bề rộng của nền đường sắt, đường người đi bộ, bề rộng dòng suối hoặc mương máng, kích thước đáy kho, cối xay gió, nhà ga và một số đối tượng khác(h.93) được không? Dường như là không có gì khó khăn ở đây cả. Đã biết tỉ lệ bản đồ. Có nghĩa là đủ để đo trên bản đồ kích thước các đối tượng này, nhân



Hình 93 : Bề rộng con suối như thế nào ?

chúng với trị số tỉ lệ và ta sẽ được khoảng cách tương ứng với chúng trên thực địa. Tất nhiên mọi kích thước trên bản đồ đều nhỏ trong phạm vi một milimet hoặc hơn một milimet một chút, và đo chính xác bằng thước dài thông thường thì khó, nhưng tập luyện một chút thì có thể làm được.

Tốt nhất là với việc đo đạc chính xác phải có thước kẻ li chia vạch ở các mép thước. Căn cứ vào đó, có thể đo đạc với độ chính xác 0,2 mm. Chẳng hạn, chúng ta muốn đo dày kí hiệu của một cối xay gió. Ta đặt vào một thước dài và ta được một vạch chia nguyên và còn được một phần năm vạch chia nữa, tức là được 1,2 mm. Trị số này trên bản đồ 1: 100 000 sẽ ứng với 120 m. Vì đó là những kí hiệu ngoài tỉ lệ và không thể căn cứ vào chúng mà xác định kích thước thực tế đối tượng. Nhưng còn có loại kí hiệu phản ánh đối tượng có chiều dài: đường sắt, đường ô tô, phố xá, sông ngòi, kênh rạch, v.v. Độ dài của chúng được biểu thị theo tỉ lệ bản đồ, còn bề rộng thì không theo tỉ lệ, có thể khác xa thực tế. Tuy nhiên, một số trường hợp cũng cho xác định được bề rộng của đối tượng. Chẳng hạn, ta lấy kí hiệu đường ô tô. Trong đó có chứa chữ số chỉ không những bề rộng toàn bộ đường mà là cả lớp phủ mặt đường. Điều đó hoàn toàn hiểu được. Nhưng trên dòng suối trình bày ở hình vẽ không có một dấu hiệu đặc trưng nào nhưng dù sao chúng ta vẫn khẳng định rằng, bề rộng của nó ở chỗ có cầu bằng 10 m. Phải chăng theo các yêu cầu của quy tắc chi tiết về biên soạn bản đồ các tỉ lệ khác nhau, sông, suối, cũng như mương máng và kênh đào được biểu thị bằng một hoặc hai nét với bề rộng xác định. Ví như hai nét biểu thị bằng sông rộng 5 m và hơn nữa - trên các bản đồ tỉ lệ 1:25 000 và 1:50 000; 10 m và hơn nữa - trên các bản đồ tỉ lệ 1: 100 000. Trong thí dụ của ta biểu thị sông nơi cầu bắc qua dùng chỗ chuyển đổi từ một nét sang hai nét, có nghĩa là bề rộng của nó tại chỗ

này sẽ bằng 10 m. Có một số hạn sai khác được quy định để trình bày trên bản đồ kênh đào và mương máng. Chúng được biểu thị bằng hai nét trên các bản đồ 1:2500, 1:50 000 và 1: 100 000 với bề rộng 3m và lớn hơn. Khi biết những yêu cầu này có thể theo bản đồ tỉ lệ bất kỳ xác định bề sông rộng, suối kênh đào mương máng được biểu thị bằng hai nét, thì bề rộng của chúng được xác định theo chữ số ghi chú cạnh kí hiệu.

• CÒN CÓ THỂ GIẢI NHỮNG BÀI TOÁN NÀO NỮA THEO BẢN ĐỒ?

Chúng ta mới chỉ dẫn một phần nhiệm vụ có dùng bản đồ, một tài liệu hữu hiệu đáng ngạc nhiên về thực địa - để giải quyết. Đó là những bài toán điển hình nhất về từng dạng thức rất bổ ích. Ngoài ra, ở đây không đề cập một nhóm hoàn chỉnh các bài toán có liên quan đến việc sử dụng bản đồ để định hướng trên thực địa. Song đó là một trong những chương riêng biệt của môn địa hình học ứng dụng và nhờ đó bạn có thể làm quen trong bất kỳ tài liệu giáo khoa nào về môn địa hình quân sự.

*

* *

Thế là cuộc du lịch vào thế giới của địa hình học (bản đồ học) đã kết thúc. Còn gì nữa tiếp theo đây? Làm sao bây giờ nếu không phải tất cả đều rõ ràng, nếu nhiều câu hỏi không được xem xét kỹ lưỡng trong cuốn sách nhỏ này ? Cần phải đi xa nữa và người giúp việc trong lĩnh vực này sẽ là những cuốn sách giáo khoa về địa hình học và các công trình chuyên môn. Nhưng địa hình học

không chỉ là một khoa học mà cơ sở của nó ai cũng cần phải biết. Địa hình học còn là một nghề nghiệp rất cần thiết, vẻ vang và hấp dẫn. Và nếu như cuốn sách nhỏ này có thể giúp được các bạn chọn nghề, chúng tôi nghĩ rằng các bạn làm quen với địa hình học không chỉ thích thú mà còn bổ ích.

MỤC LỤC

<i>Lời tác giả</i>	<i>Trang</i>
TỪ ĐO ĐẠC ĐẾN BÌNH ĐỒ VÀ BẢN ĐỒ	
Con người xác định hình dáng và kích thước Trái Đất như thế nào?	7
Cho mọi thời gian và mọi dân tộc	13
Đo đạc khoảng cách	16
Góc nửa góc gió	21
Độ cao tuyệt đối qua độ chênh cao tương đối	25
Thời gian theo các vì sao	31
Địa chỉ của các địa vật	33
Sao Bắc Cực có ở chính bắc không?	40
Mô hình Trái Đất	41
Mở phanh Trái Đất	44
Đường thẳng ngắn hơn hay đường cong ngắn hơn?	51
Bản đồ địa hình là gì?	53
Tỉ lệ bản đồ được biểu thị như thế nào?	56
Độ chính xác của tỉ lệ bản đồ và độ chính xác của bản đồ	60
Bản đồ hoặc bình đồ	63

BẢN ĐỒ CHỨA ĐỰNG NHỮNG GÌ?

Sai số trên bản đồ	66
Từ hình vẽ đến ký hiệu	70
Bảng chữ cái của bản đồ	74
Ký hiệu bản đồ phải như thế nào?	76
Số đo thứ ba	80
Các nét vạch phản ánh sự lồi lõm	83
Đường đồng mức độ cao	86
Đường đồng mức trên mô hình	91
Các sự kiện trên bản đồ	95
Bạn đường của người du lịch	98
Bản đồ trên màn hiện sóng định vị vô tuyến	101

THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NHƯ THẾ NÀO?

Đôi dòng lịch sử	104
Theo trí nhớ	107
Theo mô tả	110
Bằng mắt	113
Phương pháp các đường vuông góc	115
Thực địa trong phép phối cảnh	121
Sườn cốt bản đồ	125
Các hình tam giác trên mặt đất	128
Đo vẽ trên "bàn nhỏ"	132
Chụp ảnh từ đường chim bay	136
Ảnh máy bay - phép chiếu trung tâm	138

Ảnh ba chiều	141
Làm thế nào để xác định chênh cao?	144
Dụng cụ xây dựng mô hình thực địa	146
Đo vẽ trên mặt trắng	150
Bản đồ theo bản đồ	151
Bản đồ đòi hỏi hiệu chỉnh	155
Theo những con đường chưa từng được biết đến	157
Các nhà địa hình tại mặt trận	159

CÁC BÀI TOÁN VỀ BẢN ĐỒ

Học đọc bản đồ như thế nào?	163
Bài toán giọt nước	168
Xác định tỉ lệ bản đồ như thế nào?	169
Đo khoảng cách như thế nào?	172
Khoảng cách trên bản đồ có tương ứng với khoảng cách thực không?	177
Đo diện tích như thế nào?	179
Đâu cao hơn, Đâu thấp hơn?	182
Dựng mặt cắt như thế nào?	184
Có tầm nhìn thông suốt không?	186
Ranh giới vùng ngập lụt lan đến đâu?	188
Xác định tỉ suất cong của dốc như thế nào?	189
Con đường sẽ đi qua những đâu?	192
Tính khối lượng đất đào đắp như thế nào?	194
Có thể chuyển dời trong bao lâu?	196

Chỉ vị trí của đôi tượng như thế nào?	199
Đổ bộ ở đâu tốt hơn?	200
Làm thế nào phát hiện mục tiêu không nhìn thấy?	201
Sông có bao nhiêu nước?	202
Cần phải vượt sông dưới góc độ nào?	204
Có bao nhiêu mét khối gỗ trong rừng?	205
Tính bề rộng lòng suối như thế nào?	206
Có thể giải những bài toán nào nữa theo bản đồ?	208

Chịu trách nhiệm xuất bản

Giám đốc: NGUYỄN VĂN THỎA
Tổng biên tập: NGUYỄN THIÊN GIÁP

Biên tập và sửa bản in: NGUYỄN THUYẾT HÀ

Trình bày bìa: PHẠM NGỌC TỎI

THƯỜNG THỨC BẢN ĐỒ HỌC

Mã số: 01. 113.ĐH. 2001 - 345. 2001

In 1000 bản tại xí nghiệp in 15 Bộ Công nghiệp

Số xuất bản: 103 / 345/ CXB. Số trích ngang: **215** KH/XB

In xong và nộp lưu chiểu quý III năm 2001